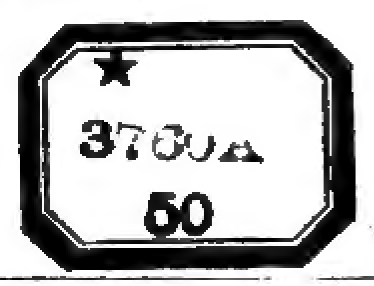



3760A
50

ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

DREIUNDDREISSIGSTER BAND.

ERSTES UND ZWEITES HEFT.

MIT 2 HOLZSCHNITTEN UND 4 TAFELN.

BONN, 1883.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.



Ausgegeben den 26. November 1883.

Inhalt.

Die Herren Mitarbeiter
erhalten pro Druckbogen 30 M. Honorar
und 40 Separatabdrücke gratis.

Berichtigung
zum Aufsatz Th. Zawarykin, Bd. XXXII. p. 233, Zeile 22 von oben:
statt „Basalräume“ lies „Basalsäume“.

ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

DREIUNDDREISSIGSTER BAND.

MIT 9 TAFELN UND 10 HOLZSCHNITTEN.

BONN, 1884.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.

Inhalt.

Die Anaërobiosefrage.

Von

Br. Lachowicz und **M. Nencki.**

Hierzu 2 Holzschnitte.

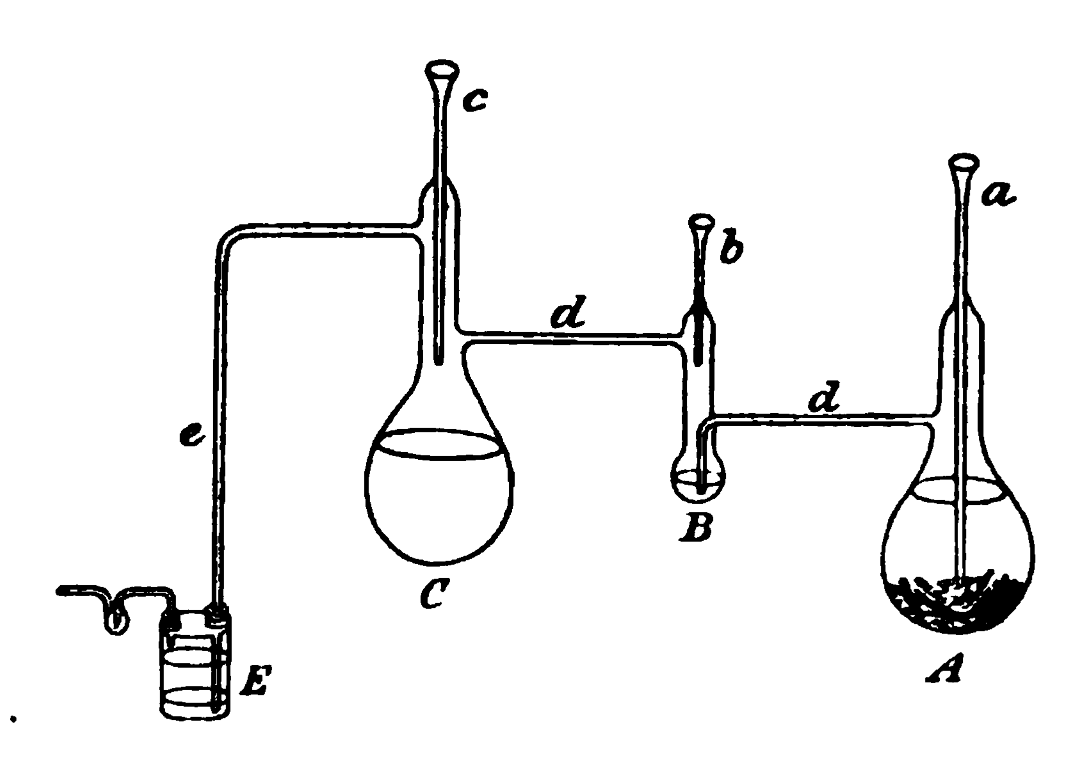
Nachdem der Eine von uns durch die im 19. Bande Seite 377 des Journals für praktische Chemie beschriebenen, verschiedenartig modificirten Versuche sich von der Lebensfähigkeit der Spaltpilze bei fehlendem Sauerstoff überzeugt hatte, erwartete er, dass auch der Gegner dieser Ansicht — Herr Professor Gunning in Amsterdam — die Möglichkeit des Lebens ohne freien Sauerstoff anerkennen werde. In einer kürzlich darauf erschienenen Entgegnung erklärte jedoch Gunning[1]), dass er noch immer auf seiner Meinung beharre, weil er in den meisten von Nencki construirten Apparaten mittelst des von ihm auf Sauerstoff angegebenen Reagens — Bläuung mit Ferrocyankalium getränkter Papierstreifen durch Eisenoxydullösung — das Vorhandensein von Sauerstoff nachweisen konnte. Da es uns aus den früheren Versuchen bekannt war, dass Auskochen der Nährlösung im Wasserstoffstrome hinreichend ist, um allen Sauerstoff aus der Letzteren zu entfernen, derart, dass mit der Nährlösung communicirende alkalische Pyrogallollösung gar nicht gebräunt wird, so haben wir jetzt an dem Prinzipe — den Sauerstoff durch Auskochen zu entfernen — festhaltend, als Prüfstein für die Möglichkeit der Sauerstoffentfernung das Gunning'sche Reagens selbst angewendet. Aus doppeltem

1) Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 19, p. 434.

Grunde schien es uns geboten das weisse Ferroferrocyantir ($Fe_2[FeCy_6]$) zum Nachweise der Sauerstoffabwesenheit in unsern Apparaten zu benutzen. Denn 1) wird von Gunning sein Reagens auf freien Sauerstoff als viel empfindlicher als die meist gebräuchlichen gerühmt, indem in Räumen, in welchen Phosphor nicht mehr leuchtet, mittelst des Ersteren noch Sauerstoff nachgewiesen werden konnte, und 2) war zu erwarten, dass falls mittelst des Ferroferrocyantirs keine Spur von Sauerstoff in unseren Apparaten sich nachweisen liess, auch das letzte Bedenken gegen die Möglichkeit der Anaërobiose entkräftet sein wird.

Nach mehreren Vorversuchen, in welchen wir zunächst die Schwierigkeit, vollkommen eisenoxydfreie Reagentien und Gefässe zu erhalten, kennen lernten, haben wir unsern Zweck mittelst folgender Versuchsanordnung erreicht.

Der Apparat besteht aus 3 einzelnen Kolben A, B, C, welche später bei d und d zusammengeschmolzen werden. A und C sind von gleicher Grösse und beiläufig gesagt von 250 ccm Inhalt. Der mittlere Kolben B ist kleiner, etwa von 50 ccm Inhalt. In A wird Wasserstoff entwickelt aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure und so gleichzeitig auch eisenoxydfreies, schwefelsaures Eisenoxydulsalz erzeugt. Desshalb werden in A noch vor dem Einschmelzen des Trichterröhrchens a mehrere Eisenrollen aus nicht zu dünnem Clavierdraht hineingethan. In B befinden sich etwa 10 ccm Blutlaugensalzlösung und in C die Nährlösung für die zu cultivirenden Pilze. Die Verbindung der einzelnen Theile des Apparates ist aus der Zeichnung ersichtlich. (Siehe Fig. 1.)



Figur 1.

Die einzelnen Kolben müssen zunächst mit der grössten Sorgfalt gereinigt werden, in der Weise, dass sie anfangs mit Alkalien, hierauf mit eisenoxydfreier, verdünnter Schwefelsäure, sodann mit destillirtem Wasser längere Zeit ausgespült werden. Da es zweckmässig ist,

sofort nach der Reinigung die Kolben zusammenzuschmelzen, muss darauf Bedacht genommen werden, dass die nassen Verbindungsröhrchen mit eisenfreiem Löschpapier getrocknet werden. Nebst der Reinigung des Apparates ist auch bei der Beschickung auf einige Cautelen Rücksicht zu nehmen. Nachdem die Kolben bei d und d zusammengeschmolzen sind, wird der Kolben A zu etwa $^2/_3$ mit destillirtem Wasser gefüllt, mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure angesäuert und zum Kochen erhitzt. Während des Siedens hat man Sorge zu tragen durch Schrägstellung des Apparates, dass die im Verbindungsröhrchen zwischen A und B condensirten Dämpfe in den Kolben A zurückfliessen. Es kann sonst leicht geschehen, dass mit den Wasserdämpfen einzelne Eisenoxydtheilchen in das Kölbchen B mit hineingerissen werden. Hat das Wasser einige Minuten gekocht, so lässt man es auf 60—50° erkalten und giesst durch das Trichterröhrchen a von Zeit zu Zeit in kleinen Portionen gut ausgekochte etwa 30—40% Schwefelsäure ein, wodurch ein gleichmässiger, rascher und viele Stunden andauernder Strom von Wasserstoffgas erzeugt wird. Jetzt werden einige frisch auskrystallisirte Krystalle von Ferrocyankalium in ausgekochtem Wasser gelöst und einige ccm davon durch das Trichterröhrchen in das Kölbchen B hineingegossen. Während Wasserstoff etwa eine Viertelstunde lang durch die Ferrocyankaliumlösung streicht, wird der Kolben C mit der Nährlösung zu etwa $^2/_3$ des Inhalts gefüllt und sodann das Kölbchen B bei b zugeschmolzen. Jetzt wird die Flüssigkeit in dem Kolben C 10—15 Minuten lang im Sieden erhalten, hierauf die Flamme entfernt und noch, während die Flüssigkeit kocht, das Ableitungsrohr e mittelst des in dem Gefässe E befindlichen Quecksilbers abgesperrt. Das Quecksilber in E ist mit einer Schicht von alkalischer Pyrogallolösung bedeckt, welche wiederum, um vor atmosphärischem Sauerstoff geschützt zu sein, mit Olivenöl, ätherischem Oel, einem aromatischen Kohlenwasserstoffe, oder ähnlicher in Wasser unlöslicher Flüssigkeiten überschichtet wird. Jetzt wird das Trichterröhrchen c mit einem Wachspfropfen verschlossen, wodurch das Wasserstoffgas nur durch den Quecksilberverschluss entweichen kann. Ist die Nährlösung in C auf etwa 30° C. abgekühlt, so lüftet man den Wachspfropfen, giesst einige Tropfen (2—5) der Hefe oder bacterienhaltigen Flüssigkeit hinzu, trocknet den Hals bei c mit

Löschpapier und schmilzt zu. Schliesslich bringt man in das Eingussröhrchen (a) etwas Eisendraht, um auch das Röhrchen mit Wasserstoffgas zu füllen und schmilzt bei a zu.

Auf diese Weise geschieht die ganze Beschickung des Apparates im Wasserstoffstrome und die Entwickelung des Gases dauert noch einige Stunden nachdem alle Eingussröhrchen zugeschmolzen sind. Durch Neigung des Apparates wird dann etwas von der Eisenoxydullösung aus A in B hineingegossen. Der jetzt entstandene Niederschlag von Ferroferrocyanür ($Fe_2[FeCy_6]$) ist vollkommen weiss und ändert auch nach längerem Stehen seine Farbe nicht.

Wir haben mittelst des so construirten Apparates unsere Erwartung bestätigen können, dass in Räumen, wo das Ferroferrocyanür auch wochenlang vollkommen weiss bleibt, Fäulniss und alkoholische Gährung mit gleichzeitigem Wachsthum und Vermehrung der resp. Pilze stattfinden. Wir wollen die angestellten Versuche einzeln beschreiben.

Am 4. April 1883 wurde in dem oben beschriebenen Apparate ein solcher Versuch ausgeführt. In dem Kolben C befand sich 3% Gelatinelösung und nachdem sie im raschen Wasserstoffstrome auf die Bruttemperatur abgekühlt war, wurde sie mit 4 Tropfen des durch Auspressen eines Ochsenpankreas erhaltenen Drüsensaftes inficirt. Durch Neigen des Kolbens A wurde sodann das Ferrocyankalium mit Eisenoxydulsulfat vermischt. Der entstandene Niederschlag war schneeweiss. Jetzt wurde der Kolben mit der Gelatinelösung in einem Wasserbade, dessen Temperatur mittelst eines Thermoregulators auf 38° eingestellt war, gebracht. Die Wasserstoffentwickelung dauerte noch mehrere Stunden. Am dritten Tage ward die bis dahin noch klare Gelatinelösung deutlich trüb. Am 8. April setzte sich am Boden ein Niederschlag ab, der sich in den folgenden Tagen merklich vermehrte und der, wie die spätere Untersuchung zeigte, nur aus neu gebildeten Spaltpilzen bestand. Während der ganzen Zeit blieb der Niederschlag von Ferroferrocyanür vollkommen weiss. Am 11. April, als der aus Bacterien bestehende Bodensatz sich nicht merklich zu vermehren schien, wurde der Apparat auseinander genommen. Der Inhalt des Kolbens C roch faulig, jedoch nicht nach Indol, ähnlich wie die an der Luft gefaulten Lösungen reiner Gelatine. Mit Salzsäure angesäuert, entwickelte er reichlich Kohlensäure. Der Boden-

satz des Kolbens bestand vorwiegend aus Coccen, dann Köpfchenbacterien und wenigen in Theilung begriffenen Stäbchen. Durch Erhitzen der Nährlösung mit Salzsäure wurden die Spaltpilze zu Flocken zusammengeballt, so dass sie sich gut abfiltriren und auswaschen liessen. Für 7 gr der gelösten Gelatine erhielten wir 0,0998 gr bei 110 getrockneter Bacterien = 0,602 gr frischer Bacterien mit 83,42% [1]) H_2O.

Am 14. April wurde der gleiche Versuch wiederholt. Als Nährsubstanz diente jetzt wieder 5% Gelatinelösung, welche mit 7 Tropfen frischen Pankreassaftes inficirt war. Eine Stunde nach Zuschmelzen des Trichterröhrchens c wurde das Eisenoxydulsulfat mit Ferrocyankalium vermischt und der entstandene Niederschlag blieb während der ganzen Versuchsdauer vollkommen weiss. Am 28. April, also nach 14 Tagen, wurde der Versuch unterbrochen. Die verfaulte, widerlich riechende Flüssigkeit wurde jetzt mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, wobei sie stark aufbrauste und so lange destillirt, bis im Destillate keine flüchtige Fettsäure nachweisbar war. Die Säuremenge als Essigsäure berechnet betrug hier 29,00% von dem Gewichte der aufgelösten Gelatine.

Am 9. April wurde ein ebensolcher Apparat aufgestellt. In dem Kolben C befand sich als Nährlösung jetzt frische Bierwürze, welche nach dem Auskochen und Abkühlen im Wasserstoffstrom mit 5 Tropfen eines Bodensatzes von eben vergohrener Bierwürze — also mit frischer und junger Hefe — inficirt wird. Der Kolben C befand sich im auf 20—25° temperirten Wasserbade. Der durch Vermischen von Eisensulfat mit Ferrocyankalium entstandene Niederschlag war und blieb auch hier schneeweiss. Schon nach 18 Stunden konnte man in dem Kolben C einzelne Gasblasen emporsteigen sehen und die Hefe setzte sich am Boden des Kolbens ab. Am 11. und 12. war die Flüssigkeit trübe und befand sich in starker Gährung. Es lagerten sich viel grössere Mengen Hefe nach und nach am Boden des Gefässes ab und Kohlensäure entwich durch das Ableitungsrohr e. Hernach klärte sich die Flüssigkeit allmählich und wurde am 15. vollkommen klar. Am 16. wurde der Apparat auseinander genommen, die gebildete Hefe abfiltrirt,

---

1) Vgl. die chemische Zusammensetzung der Fäulnissbacterien von M. Nencki und F. Schaffer. Journ. f. prakt. Chemie (2), Bd. 20, p. 453.

gewaschen, bei 110⁰ getrocknet und gewogen. Für 78 ccm der angewandten Bierwürze erhielten wir 0,0954 gr Hefe = 0,5613 gr frischer Hefe mit 83% H_2O.

Am 24. Mai wurde der Versuch mit Bierwürze wiederholt, welche jetzt mit 3 Tropfen frischer Bierhefe inficirt war. 2 Stunden nach Zuschmelzen des Röhrchens c wurde die Eisenlösung mit Ferrocyankalium vermischt und auch hier blieb der entstandene Niederschlag während des ganzen Versuches vollkommen weiss. Am folgenden Tage stellte sich die Gährung ein, die jedoch nicht so heftig zu sein schien, wie im vorigen Versuche. Nach 3 Tagen klärte sich das Bier und am 30. Mai wurde der Apparat auseinander genommen. Die Flüssigkeit enthielt 2,8 Vol. % Alkohol. Die gleiche Würze aber an der Luft vergährt enthielt nur 2,2 Vol. % Alkohol.

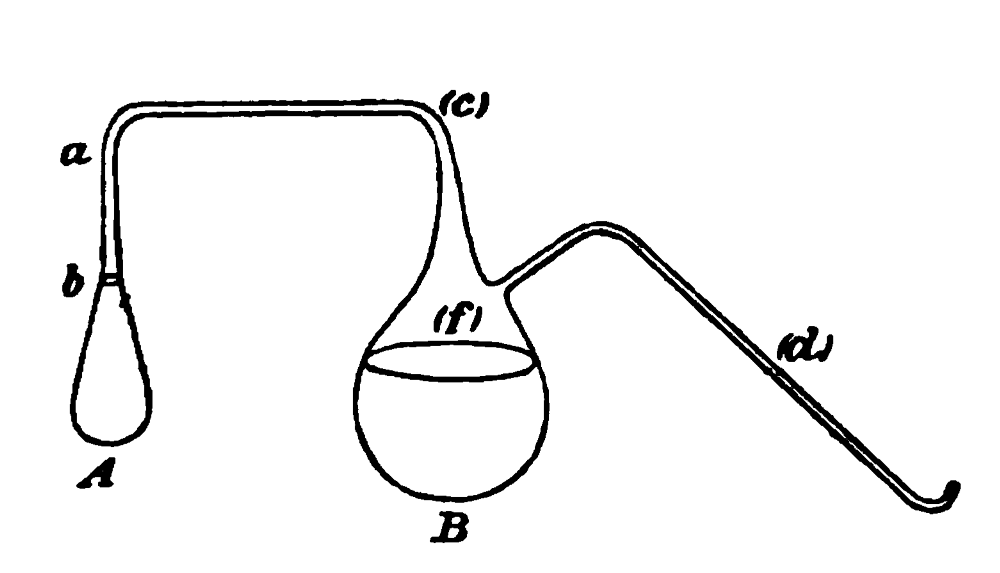
Aus diesen Versuchen geht zunächst soviel hervor, dass durch das Auskochen der Flüssigkeiten und Durchleiten von Wasserstoffgas derart sauerstofffreie Räume hergestellt werden können, dass in ihnen weisses Ferroferrocyanür nicht gebläut wird und sodann, dass in solchen Räumen Fäulniss und alkoholische Gährung ähnlich wie in der Luft ablaufen kann. Wir haben bei diesen Versuchen eine dritte Wahrnehmung gemacht, nämlich die, dass die Herstellung absolut oxydfreier Oxydullösung, sowie die Entfernung jeder Spur Eisenoxyds aus den Apparaten recht schwierig ist. Wir haben absichtlich zu dem Ferrocyankalium weder Alkalibisulfit noch irgend ein anderes Reduktionsmittel zugesetzt, da Spuren in dem Apparate vorhandenen Sauerstoffs von dem überschüssigen Reductionsmittel absorbirt werden könnten, und so die Blaufärbung des weissen Ferroferrocyanürs verhindern. Gunning[1]) hat übrigens selbst gesehen, als er Wasserstoff längere Zeit durch ein Glasrohr, welches an 2 Stellen nach unten etwas angeblasen war und hier die beiden Flüssigkeiten enthielt, deren Mischung den weissen Niederschlag giebt, hindurchleitete, dass das Präcipitat vollkommen weiss war. Er vermuthet aber, denn bewiesen hat er es nicht, dass in diesem Falle sich hydratisches Schwefeleisen (!) gebildet habe, welches in saurer Flüssigkeit die blaue Verbindung reducirte. Wie die saure Eisenoxydulsulfatlösung hydratisches Schwefeleisen enthalten könnte, ist uns unverständlich. Das wasserhaltige Sesquisulfit $2(Fe_2S_3)$

---

1) Journ. f. prakt. Chemie (2), Bd. 16, p. 121.

$3 H_2O$ wird von verdünnten Säuren unter Abscheidung von Schwefel gelöst. Unsere Eisensulfatlösung könnte demnach ein solches reducirendes Schwefeleisen nicht enthalten. Beim Auflösen des von uns verwendeten Clavierdrahtes in Schwefelsäure wurden stets geringe Mengen Kohle abgeschieden und ausserdem roch das entweichende Wasserstoffgas etwas nach Arsenwasserstoff. Anfänglich, wo wir den Kolben A etwa nur halb so gross und folglich auch bedeutend weniger Eisen nahmen, ereignete es sich wiederholt, dass die Wasserstoffentwicklung gegen das Ende des Versuches schwächer wurde und dann nach dem Zuschmelzen des Apparates bei c, b und a und Vermischen der Eisensulfatlösung mit Ferrocyankalium der Niederschlag sich bläulich färbte und die Farbe an Intensität in den nächsten Stunden merklich zunahm.

Die Lebensfähigkeit der Spaltpilze ohne Sauerstoff lässt sich auch durch folgenden einfachen und leicht ausführbaren Versuch demonstriren. Er basirt auf den Thatsachen, dass 1. Blutfarbstofflösungen in sauerstofffreien Räumen ihren Sauerstoff verlieren, indem das Oxyhämoglobin in Hämoglobin übergeht und 2. dass in abgeschlossenen Räumen durch Fäulnissbacterien sehr rasch aller Sauerstoff absorbirt wird. Die Versuchsanordnung war folgende:



Figur 2.

Der Apparat besteht aus 2 Kolben (A) und (B) (s. Fig. 2), welche zuerst beschickt und später bei a zusammengeschmolzen werden. Der kleinere Kolben (A) von etwa 150 ccm Inhalt wurde zuerst sorgfältig gereinigt, sodann über freier Flamme geglüht und mit einem Wattepfropfen verschlossen, nach dem Erkalten mit 100 ccm gut ausgekochter 5 % Gelatinelösung bis b gefüllt und mit Watte verschlossen, erkalten gelassen. Während der Zeit wird der Kolben B von etwa 500 ccm Inhalt mit 10 % Gelatinelösung zu etwa $^3/_4$ gefüllt und mit etwas Pankreassaft versetzt. Man präparirt sich andererseits aus frischem Blute durch Gefrieren krystallisirtes Hämoglobin, löst etwas davon in ausgekochtem, wieder erkaltetem Wasser auf und filtrirt die Hämoglobinlösung in ein ausgeglühtes, während des Erkaltens mit

Watteprop verschlossenes Reagenzröhrchen. Jetzt wird die Flüssigkeit in A mit soviel der Oxyhämoglobinlösung gefärbt, dass sie namentlich an der Verjüngung oberhalb b deutlich die beiden Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins zeigt. Nunmehr wird der Hals von B bei c umgebogen und die beiden Kolben A und B bei a zusammengeschmolzen.

Zwei so beschickte Apparate wurden in einem Wasserbade von constanter Temperatur von 38° aufgestellt. Mit dem Unterschiede, dass während bei dem einen die beiden Kolben im Wasser eintauchten, bei dem anderen nur der grössere (B) auf die Bruttemperatur erwärmt war, der kleinere (A) ausserhalb des Wasserbades sich befand. Die Ableitungsröhrchen d beider Apparate tauchten in Quecksilber ein. Bald darauf erstarrte die Gelatinelösung in dem nicht erwärmten kleineren Kölbchen und verblieb so bis zum Tage, an welchem auch dieses Kölbchen in das Wasserbad eingetaucht wurde, ein Beweiss, dass der Inhalt nicht faulte.

Nach 48 Stunden konnte man starke Fäulniss in den mit Pankreas versetzten Gelatinelösungen sehen. Die Flüssigkeiten wurden trübe und auf ihrer Oberfläche entwickelte sich eine Bacterienhaut, die sich allmählich zu Boden der Kolben senkte. Ueber dem Quecksilber sah man reichlich Gasblasen entweichen. Der Inhalt der kleineren Kölbchen blieb vollkommen klar und noch nach 50 Stunden sah man spectroskopisch die beiden Streifen des Oxyhämoglobins. Am dritten Tage hat die Fäulniss etwas nachgelassen, doch dauert noch immer die Gasentwickelung fort. Der Inhalt des Kölbchens A, obgleich vollkommen klar, zeigt jetzt nur einen Streifen des reducirten Hämoglobins[1]). Am sechsten Tage der Fäulniss, an welchem die Flüssigkeit in den beiden Kölbchen A noch ganz klar war und nur den Streifen des reducirten Hämo-

1) Nach den Bestimmungen Hoppe-Seylers (Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. I, p. 124) zeigen verdünnte Hämoglobinlösungen mit Gasgemischen, welche **nur 0,19 Vol. %** Sauerstoff enthalten, geschüttelt noch die beiden Oxyhämoglobinstreifen. — Die Umwandlung des Oxyhämoglobins zu Hämoglobin konnte hier nicht etwa durch die geringe, in dem Kolben (B) entwickelte Menge Schwefelwasserstoffs geschehen, da sonst im Spectrum ausser dem Bande des reducirten Hämoglobins auch das des Schwefelwasserstoffhämoglobins sichtbar werden müsste.

globins zeigte, wurden die Ableitungsröhrchen unter Quecksilber mit einem Kautschukröhrchen überzogen und das Letztere mittelst einer Péan'schen Sperrpincette, wie sie in der Chirurgie zur Gefäss-Unterbindung gebräuchlich sind, geschlossen, wodurch etwas Quecksilber in das Ableitungsröhrchen gepresst wird. Nunmehr lässt man durch Neigen des Kolbens B einige Tropfen von der faulen Flüssigkeit in A hineinfliessen. Der Verschluss mittelst der Pincette und der Quecksilbersäule im Ableitungsröhrchen bieten völlige Garantie, dass während des Inficirens keine Spur Luft von aussen in den Raum zwischen a und f gelangen kann. Die in A nach der Infection eintretende Fäulniss geschieht also in einer ganz sauerstofffreien Flüssigkeit.

Erst am dritten Tage wurden die Flüssigkeiten in den kleineren Kölbchen trübe. In den folgenden Tagen schritt die Fäulniss weiter fort, während sich ein grauer Bodensatz von Bacterien bildete und Gasblasen entwichen. Am vierten Tage nach der Infection wurde das aus einem der Kölbchen A während 48 Stunden entweichende Gas (im Ganzen 32 ccm) gesammelt. Das Gas bestand aus 99,5 Vol. % CO_2 und 0,5 Vol. % H. Am neunten Tage nach der Infection wurde der Versuch unterbrochen. Der Inhalt der beiden Kölbchen A zusammengegossen und zunächst der Bodensatz mikroskopisch untersucht. Derselbe bestand aus lauter Spaltpilzen, der bemerkenswerther Weise nicht wie sonst bei Luftausschluss nur Coccen- und Köpfchenbacterien, sondern ausser diesen auch zahlreiche in Theilung begriffene Individuen des Bacillus subtilis enthielt. Die faulig riechende Flüssigkeit wurde jetzt mit 20 ccm 30 % SO_4H_2 angesäuert und die flüchtigen Fettsäuren abdestillirt. Ihre Menge betrug auf Essigsäure bezogen 2,86 gr = 28,6 % von dem Gewichte der verfaulten Gelatine.

Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.

Von

M. Nencki.

Wir haben im Widerspruche zu den Angaben Gunning's in Räumen, in welchen Tage lang der weisse Niederschlag von Ferroferrocyanür weiss bleibt, sowohl Fäulniss, wie alkoholische Gährung anscheinend mit gleicher Intensität wie an der Luft verlaufen sehen. Wir sind gerne bereit in Gegenwart von Prof. Gunning diese Versuche zu wiederholen und laden ihn dazu ein. Allerdings müssen wir nochmals betonen, dass die Fäulniss bei Luftzutritt oder Ausschluss nicht durchaus gleich verlaufen kann, da bei der Fäulniss der Proteïnsubstanzen bei Luftausschluss Produkte gebildet werden, wie z. B. Glykocoll, flüchtige Fettsäuren u. dgl. m., welche erst bei Luftzutritt zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden[1]).

Worin liegt aber die Ursache, dass Gunning andere Resultate als wir in seinen Versuchen erzielte? Dies genau anzugeben, sind wir natürlich nicht in der Lage. Dem schon früher von mir erhobenen Einwande, dass Fäulnissversuche in zugeschmolzenen Gefässen zur Entscheidung der Frage nach der Anaërobiose nicht zulässig sind, weil dabei die Fäulnissprodukte nicht entweichen können, wurde von Gunning experimentell keine Rechnung getragen. Einen andern gegen seine Versuche erhobenen Vorwurf, nämlich den, dass er seine Nährlösungen nicht mit bei Sauerstoffausschluss lebensfähigen Spaltpilzen inficirte, bezeichnet Gunning „als am wenigsten" zutreffend. Ich glaube im Gegentheil, dass die Wahl der Infectionsorganismen und der Nährlösung für das Gelingen von Fermentationen bei Luftausschluss von der allergrössten Wichtigkeit ist. In allen unsern Versuchen mit Hefe und Pankreassaft haben wir uns immer durch gleichzeitige Controllversuche überzeugt, dass die gleiche Aussaat, welche zur In-

1) Journ. f. prakt. Chemie (2), Bd. 19, p. 352.

ficirung bei Luftausschluss diente, in der gleichen Nährlösung auch bei Luftzutritt alkoholische Gährung, resp. Fäulniss bewirkte.

Wenn Gunning glaubt, dass die von ihm im frischen (ungekochten) Zustande angewandten Substanzen keiner Infection bedurften, da sie ja die für die Fäulniss unter allen Umständen nöthigen Organismen oder deren Keime ausnahmslos in genügender Menge enthielten, so ist das eben nur ein Glaube, der nach meiner Ansicht sogar auf einem ungenügenden Wissen gegründet ist. Ich habe seit meinen ersten Publikationen über die Fäulniss[1]) den Standpunkt vertreten, dass die Keime der Spaltpilze von den Verdauungs- und Athmungswegen aus in die verschiedensten Organe des Thierkörpers gelangen und schon normalerweise stets darin enthalten seien. Ich habe jedoch stets betont und durch seitherige Versuche mich wiederholt davon überzeugt, dass ihre Menge und Vertheilung in den Geweben sehr verschiedenartig und wechselnd ist. Während z. B. im Pankreas und in der Leber entwickelungsfähige Sporen der Bacterien immer in grossen Mengen enthalten sind, ist dies schon viel weniger der Fall im Muskel und noch weniger im Blute, und im Letzteren können sie namentlich in den Transsudaten aus demselben, wie im Harn, serösen Flüssigkeiten u.dgl. m. auch gänzlich fehlen. Durch die Arbeiten Pasteur's wissen wir, dass Fermentorganismen, resp. ihre Sporen auf der Oberfläche von Pflanzentheilen, wie Blätter, Stiele, Früchte u. s. w. vorkommen. Ob sie jedoch in dem inneren Parenchym gesunder Pflanzentheile enthalten sind, ist mir nicht bekannt.

Für Jeden, der sich viel mit Gährungsversuchen beschäftigt, ist es eine fast alltägliche Beobachtung, dass eine anscheinend gute Aussaat und in guter Nährlösung keine oder nur schwache Gährung bewirkt. Uebermässige Sauerstoffzufuhr ist für die alkoholische Gährung direkt schädlich. Als Hoppe-Seyler[2]) durch eine Rohrzuckerlösung, welche in 100 ccm 15 gr Rohrzucker enthielt und mit einem ccm Hefebrei versetzt war, Sauerstoff 4 Tage lang hindurchleitete, wurden nur etwa 50 ccm von dem Letzteren absorbirt. Der Rohrzucker war völlig invertirt, aber es wurden nur Spuren von Alkohol gebildet und das Gewicht des bei

1) Ber. d. Berl. chem. Gesellsch., 1875, p. 728.

2) Ueber die Einwirkung des Sauerstoffs auf Gährungen, p. 9. Strassburg 1882.

der Verdampfung des filtrirten Rücksandes in der Retorte bleibenden Syrups war noch etwas grösser als das Gewicht des zum Versuche benutzten Rohrzuckers. Nach den Versuchen Cochin's[1]) vermochte Hefe, welche während 24 Stunden bei 20° in dünner Schicht der Luft exponirt war, aus 100 Theilen Zucker nur 21 Theile statt 50 Theile Alkohol zu bilden. Nach 15tägigem Liegen von Hefebrei an der Luft in dünner Schicht, so dass das Wasser verdunstete und die trockene Hefe zurückblieb bildete diese aus 100 Theilen Zucker nur 4 Theile Alkohol und das Unvermögen, Alkohol aus Zucker zu bilden erhielt sich für mehrere Generationen der aus dieser Aussaat erhaltenen Hefezellen. Umgekehrt stirbt in ausgekochtem Wasser vertheilte und in einer enghalsigen Flasche mit Oelschicht bedeckte Hefe, so dass sie ohne Nährlösung und ohne Sauerstoff verbleibt, ab und verliert die Fähigkeit Zucker zu absorbiren, resp. Alkohol daraus zu bilden. Gunning gegenüber glaube ich erklären zu müssen, dass es mir allerdings sehr wahrscheinlich ist, dass es sowohl aërobie wie anaërobie Fäulnissorganismen giebt, von denen die ersten ähnlich wie die Schimmelpilze die organische Nährlösung direct zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, die anderen aber (die anaërobien) fermentative Prozesse bewirken. Ich bin ferner aber auch der Ansicht, dass diese beiden Arten der Spaltpilze nicht unveränderlich sind und je nach den Lebensbedingungen: wie Nährlösung, Luftzutritt, Temperatur u. dgl. mehr, nach kürzeren oder längeren Culturen, je nach der Species aus der anaërobien in die aërobie Form und umgekehrt, überführbar sind. Werden doch neuerdings von botanischer Seite die Hefezellen, die ja durch tausendfache Generationen hindurch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten alkoholische Gährung bewirken und dabei ihre Form und Vermehrungsart nicht ändern, als Conidien der viel höher in der Entwicklung stehenden Brandpilze erklärt. In biologischer Hinsicht ist diese Auffassung Brefeld's[2]) von geringer Bedeutung, denn an der Thatsache, dass Leben und Vermehrung organischer Wesen auch bei völligem Sauerstoffausschluss möglich ist, wird dadurch nichts geändert; auch ist Brefeld den entscheidenden Beweis für seine Theorie, dass nämlich seine Conidienhefe

---

1) Compt. rend., T. 96, p. 855, 1883.

2) Brefeld, Botanische Untersuchungen über Hefepilze. V. Heft. Die Brandpilze. Leipzig 1883.

in Zuckerlösungen alkoholische Gährung bewirkt, schuldig geblieben. Allerdings hat Gunning Recht, wenn er sagt, „dass die Erzeugung des oft erwähnten Niederschlags von Ferroferrocyanür in vollkommen weissem Zustande kein Beweis dafür sei, dass das Gas oder die Flüssigkeit, worin es sich gebildet hat, sauerstofffrei sei. Darüber kann überhaupt nicht mit Hülfe von Reagentien geurtheilt werden, denn eine Negation lasse sich mit Thatsachen nicht beweisen.“ Für die Beantwortung aber der Anaërobiosefrage sind die durch die von uns angewandten Reagentien nicht mehr nachweisbaren Mengen von Sauerstoff ganz bedeutungslos, wie dies eine einfache Berechnung ergibt.

In unseren Versuchen, wo die Gelatinelösung mit Oxyhämoglobin gefärbt wurde, hatten wir für je ein Kölbchen höchstens 0,01 gr Oxyhämoglobin gebraucht. Da ein gr Oxyhämoglobin bei der Reduction zu Hämoglobin 1,20 ccm = 0,00176 gr Sauerstoff abgibt und bei Gegenwart von Sauerstoff das reducirte Hämoglobin sofort in Oxyhämoglobin übergeht, so ergibt es sich, dass die in dem Kölbchen A, Fig. II lebenden Bacterien jedenfalls weniger als 0,0000176 gr freien Sauerstoff haben konnten. In unserem Versuche erhielten wir aus den beiden Kölbchen A, Fig. II aus 10 gr Gelatine 2,86 gr flüchtige Fettsäuren als Essigsäure berechnet. Die flüchtigen Fettsäuren entstehen bei der Fäulniss nicht durch einfache Hydratation, sondern durch Oxydation der Amidosäuren, wie z. B. nachgewiesenermaassen das Leucin[1]) durch die Fäulniss ähnlich wie durch die Kalischmelze unter Wasserstoffentwickelung zu Kohlensäure und valeriansaurem Ammon oxydirt wird. Nehmen wir an es sei in unserem Versuche die flüchtige Fettsäure, welche vorwiegend Essigsäure war, nicht aus einer kohlenstoffreicheren Amidosäure, sondern aus Alanin gemäss der Gleichung:

$$NH_2-CH_2-CH_2-CO_2H + O_2 = CH_3-CO_2-NH_4 + CO_2$$

entstanden, so würden dazu etwa 1,1 gr Sauerstoff nothwendig sein. Dazu kommt aber noch eine ganze Anzahl anderer, von uns nicht bestimmter, aus dem Leim entstandener Oxydationsprodukte, sowie der Sauerstoffbedarf der neugewachsenen Bacterien selber. Das supponirte Maximum an freiem Sauerstoff in jedem der beiden Kölbchen ist aber bloss **0,0000176 gr.**

---

1) Vgl. M. Nencki, Ueber die Zersetzung der Gelatine und des Eiweisses bei der Fäulniss mit Pankreas, p. 27, Bern 1876.

In unseren Versuchen mit dem Apparate Fig. 1 erhielten wir aus unwägbarer Bacterienaussaat bei Luftausschluss nach 7 Tagen 0,602 gr Bacterien und aus ebensolcher Hefeaussaat ebenfalls nach 7 Tagen 0,5613 gr frischer Hefe. Nach den Bestimmungen von Regnault und Reiset bedarf es für ein Säugethier per Kilo und Tag zur Athmung gegen 20 gr Sauerstoff. Den niedrigsten Sauerstoffbedarf haben die Kaltblüter. Für Frösche bedarf es im Mittel für Tag und 1 gr Körpergewicht durchschnittlich 0,002 gr Sauerstoff. Würde der Sauerstoffbedarf der Hefe oder Bacterien gleich dem der Kaltblüter gesetzt, so müsste für die aus unserer Aussaat gewachsene Menge pro Tag etwa 1,2 mgr freier Sauerstoff zu Gebote stehen. Eine Zahl, die nahezu um das 100fache das angenommene Maximum in unseren Apparaten übersteigt. Selbstverständlich würde das Missverhältniss des zum Athmen nothwendigen, zu dem Maximum des disponiblen Sauerstoffs um das Tausendfache und mehr bei Anwendung grösserer Apparate und Culturen in grösserem Maasstabe anwachsen. Pasteur[1]) beschreibt einen Versuch, wo er aus unwägbarer Aussaat nach vollendeter Gährung 1,368 gr bei 100° getrockneter Hefe erhielt; dabei wurden bei Ausschluss von Sauerstoff innerhalb 19 Tagen 145,4 gr Zucker in Alkohol und Kohlensäure zersetzt. Durch Controllversuche überzeugte sich Pasteur, dass in der ursprünglichen Zuckerlösung nach dem Auskochen noch nicht ein Milligramm Sauerstoff gelöst war. Bei dem regen Stoffwechsel, den zahlreichen Oxydationsprodukten und der Vermehrung der Pilze selber ist die Supposition, dass die Oxydation durch die Hefen- oder Bacterienzelle in unseren Apparaten mittelst des atmosphärischen Sauerstoffs geschah, einfach eine Absurdität.

Das Leben der Thiere beruht auf dem Freiwerden von Spannkräften sei es in Form von Wärme oder irgend einer anderen Art von Bewegung. Dies geschieht bekanntlich in lebendigen thierischen Zellen durch Oxydation complexer, kohlenstoffhaltiger Moleküle mittelst des atmosphärischen Sauerstoffs. Aber nicht alle lebendigen Zellen sind auf die Oxydation complexer Verbindungen durch den atmosphärischen Sauerstoff eingerichtet. Im Thierkörper wird der als Nahrung aufgenommene Zucker zu CO_2 und H_2O nach der Gleichung: $C_6H_{12}O_6 + O_{12} = (CO_2)_6 + (H_2O)_6$

1) Etudes sur la bière, p. 232 u. 235.

oxydirt. Hefezellen, welche keinen atmosphärischen Sauerstoff aufnehmen, verbrennen ebenfalls den Zucker zu CO_2, aber durchaus nicht so vollständig wie die thierischen Zellen. Der Zucker wird hier nach der Gleichung $C_6H_{12}O_6 = (CO_2)_2 + (C_2H_6O)_2$ verbrannt. Nach gleichem Modus verläuft die Verbrennung der Glukose durch die anaërobien Spaltpilze bei der Buttersäuregährung oder bei der schleimigen Gährung, wie aus folgenden Gleichungen ersichtlich ist.

$$C_6H_{12}O_6 = (CO_2)_2 + (C_2H_6O)_2$$
$$C_6H_{12}O_6 = (C_3H_6O_3)_2 = (CO_2)_2 + C_4H_8O_2 + 2H_2$$
$$(C_6H_{12}O_6)_{25} = (CO_2)_6 + (H_2O)_6 + (C_{12}H_{20}O_{10})_6 + C_6H_{14}O_6)_{12}.$$

Aehnlich wie die zuerst aus Zucker entstandene Milchsäure werden auch die Pflanzensäuren, wie die Citronensäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Schleimsäure u. s. w., welche der sogenannten „Buttersäuregährung" fähig sind, bei fehlendem Sauerstoff durch die Spaltpilze zu CO_2 oxydirt, wobei andererseits Desoxydationsprodukte wie Buttersäure und Wasserstoff entstehen. Die Zersetzung der Cellulose — die Cellulose-Wasserstoff- und die Cellulose-Grubengasgährung [1]) — wo neben Kohlensäure diese beiden Gase, sodann Ethylaldehyd und flüchtige Fettsäuren auftreten; die Gährung des Glycerins, das einerseits in Kohlensäure, andererseits in eine ganze Reihe Reductionsprodukte: wie Trimethylenglycol, Ethyl und Butylalkohol, Buttersäure, Capronsäure und Wasserstoff gespalten wird, sowie die Fäulniss der Proteïnsubstanzen, alle diese Gährungen gehören in die gleiche Kategorie.

Während also in thierischen Organismen, welche atmosphärischen Sauerstoff aufnehmen, die Oxydation der organischen Materie eine nahezu vollständige ist, sehen wir bei den Gährung bewirkenden Organismen, welche den Sauerstoff nicht aus der Luft, sondern aus der Nährsubstanz selbst entnehmen, dass neben der Kohlensäure stets Reductionsprodukte auftreten. Die Oxydation bei der Anaërobiose ist nie eine vollständige, sie bleibt auf einer niedrigen Stufe und in diesem Sinne ist Gährung ein unvollkommnes Athmen. Was Berthelot als Kriterium dessen, dass die anaërobien Organismen nicht freien Sauerstoff, sondern an ein anderes Element gebundenen zur Oxydation verwenden, verlangt, nämlich, dass da-

1) Vgl. Tappeiner, Ber. d. Berl. chem. Gesellsch., 1883, p. 1734.

bei sauerstoffärmere Verbindungen entstehen müssen, findet ja sowohl bei der alkoholischen als auch bei allen anderen oben angeführten Gährungen thatsächlich statt; denn der entstandene Ethylalkohol, welcher anderthalb mal soviel Wasserstoff und nur halb so viel Sauerstoff als Glycose im Molekül enthält, ist ein solches desoxydirtes Produkt. Es ist ein naives und Kurzsichtigkeit bezeugendes Verlangen, dass Berthelot[1]) erst dann sich von der Existenz der Anaërobiose als überzeugt erklären will, wenn bei der alkoholischen Gährung statt Kohlensäure, Kohlenoxyd und statt Alkohol Ethylenhydrür auftreten würde. Bei vielen Gährungen findet ja übrigens Entwickelung von Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffen statt; wie ja selbst aus Glukose durch nascirenden Wasserstoff nicht allein Mannit und Dulcit, sondern auch Alkohole, darunter Ethylalkohol entstehen. Diese interressante Beobachtung welche Bouchardat[2]) in Berthelot's Laboratorium machte, hätte den Letzteren zu der Einsicht bringen sollen, dass die alkoholische Gährung auf Desoxydation beruht und aller Wahrscheinlichkeit nach sind die minimalen Mengen Alkohols in dem von Berthelot mitgetheilten Versuche, wo er gleichzeitig electrolytischen Wasserstoff und Sauerstoff auf Glukoselösung einwirken liess, durch Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs auf Zucker entstanden.

Ausser der Desoxydation ist der zweite chemische Prozess bei den Gährungen die Hydratation, welche in der Regel der Desoxydation vorausgeht. Wie v. Rechenberg[3]) zeigte sind auch diese hydrolytischen Zersetzungen bei den Gährungen stets von einer Wärmeentwickelung begleitet. Man könnte diese Hydratationen, namentlich da wo sie mittelst der in den Gährungsorganismen gebildeten löslichen Fermente geschehen, mit der Verdauung der Thiere vergleichen; während die Entwickelung der Kohlensäure bei Gährungen unter gleichzeitiger Bildung von Desoxydationsprodukten der Oxydation in den Geweben der Thiere entsprechen würde. Von den eigentlichen Gährungen, welche nach der Definition Pasteur's „Leben ohne freien Sauerstoff sind", sind natürlich die durch die an der Luft lebenden Schimmel-, Spross- oder Spaltpilze bewirkten Zersetzungen organischer Substanzen — die sogenannten Gährungen durch Oxydation — verschieden.

1) Compt. rend. T. 87, p. 950, 1878.

2) Ann. chim. phys. (4), T. 27, p. 68, 1872.

3) Journ. f. prakt. Chem., (2), Bd. 22, p. 226.

Welchen Einfluss hat die Abdominal-Respiration auf den arteriellen Blutdruck?

Von

Dr. S. de Jager,
Docent an der Reichs-Thierarzneischule zu Utrecht.

Hierzu Tafel I.

Die Vergrösserung der Thoraxhöhle bei der Respiration geschieht durch die Contraction des Diaphragma und die der Muskel, welche dabei die Rippen heben. Bei der gewöhnlichen Inspiration nehmen beide Factoren an dieser Vergrösserung, jedoch nicht immer im selben Maasse, Theil; je nachdem nun der eine Factor mehr dem andern gegenüber auf den Vordergrund tritt, spricht man von Costal- oder Abdominaltypus der Respiration.

Wiewohl bis zu einer gewissen Grenze von dem Willen abhängig, findet man gewöhnlich den Costaltypus bei der Frau, den Abdominaltypus bei dem Manne, und was die Thiere betrifft, welche wir meistens zur Untersuchung gebrauchen, so athmen der Hund und die Katze überwiegend costal, das Kaninchen beinahe rein abdominal.

Sei es nun, dass die Vergrösserung der Thoraxhöhle gemäss des Costal- oder Abdominaltypus geschieht, so wird in beiden Fällen eine Ausdehnung der Lungen erfolgen, und wird der auf den Thoraxeingeweiden herrschende negative Druck (Saugung) zunehmen. Die Diaphragma-Zusammenziehung wird jedoch nicht allein die Thoraxhöhle erweitern, sondern zugleich die Abdominalhöhle verkleinern machen, wodurch bei jeder Inspiration durch die Diaphragma-Contraction der Druck auf die Baucheingeweide zunehmen und bei jeder Exspiration wieder abnehmen wird.

Da sich in der Bauchhöhle verschiedene grosse und kleinere Blutgefässe, sowohl Arterien als Venen, und ausserdem eine sehr

grosse Anzahl Capillaren befinden, so werden auch diese Gefässe den Wechsel im Druck bei der Respiration erleiden müssen. Wird hierdurch nun Einfluss auf die Circulation ausgeübt? Deutlich ist es, dass alsdann dieser Einfluss von periodisch wiederkehrender Art sein muss.

Donders hat uns in seiner berühmten Abhandlung über den Mechanismus der Respiration und Circulation[1]) gelehrt, wie der negative Druck im Thorax bei seiner Vermehrung und Verminderung Einfluss auf den venösen Blutstrom nach dem Thorax hat. Jede Inspiration wird befördernd auf jenen Blutstrom wirken, da bei der Inspiration die Saugung in der Brusthöhle zunimmt, wodurch die grossen Adern dort erweitert werden, und so das Blut aus den mehr peripherischen Theilen nach dem Thorax hingesaugt werden wird; zugleich aber wird bei der Inspiration der Druck in der Bauchhöhle zunehmen, die Adern dort werden dadurch verengt werden und so wird das Blut von dort nach der Brusthöhle hin getrieben werden. Beide Momente also, Verminderung des Druckes in dem Thorax, Vermehrung des Druckes in der Bauchhöhle, werden den Blutstrom in den grossen Adern nach dem Herzen befördern. Donders weist darauf hin, von welch grossem Werthe diese Verhältnisse für den Blutstrom im Pfortadersystem sind.

Der Einfluss des wechselnden intra-abdominalen Druckes auf die venöse Circulation lässt sich nur dadurch erklären, dass der Blutdruck in den Adern niedrig, die Wand der Adern dünn ist, und einen kleinen Elasticitäts-Coefficienten hat. Kleine Veränderungen in dem äusseren Drucke auf jene Wand werden also schon Einfluss auf das Lumen dieser Blutgefässe haben müssen. Ganz anders verhält es sich mit den Schlagadern. A priori können wir sagen, dass der Einfluss desselben wechselnden Druckes auf jene Gefässe, worin ein hoher Blutdruck herrscht, und welche eine viel dickere Wand mit einem grösseren Elasticitäts-Coefficienten haben, viel geringer sein muss.

Erleidet das Lumen der Schlagadern, also hier der Aorta abdominalis mit ihren Verzweigungen, nun wirklich den Einfluss des wechselnden Intraabdominaldruckes, so muss dieses zu periodisch

1) Donders, Beiträge zum Mechanismus der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande. Zeitschr. für rationelle Medicin, Bd. III, p. 287.

wiederkehrenden Veränderungen in dem Blutstrome daselbst Veranlassung geben, die dann auf den übrigen Theil des Aortasystems zurückwirken werden, d. h. es müssen Veränderungen im Drucke resp. Geschwindigkeit des Blutes im Aortasystem synchronisch mit den Diaphragmacontractionen stattfinden.

Marey[1]) glaubt solch einen directen Einfluss auf den arteriellen Blutstrom annehmen zu müssen. Indem er über den Einfluss spricht, welchen die Respirationsbewegungen ausüben „sur la ligne d'ensemble du tracé du pouls", was nach Marey sagen will: „auf den mittleren Druck des arteriellen Blutes", macht er die Veränderung, welche der Tracé (mittlere Blutdruck) erleidet, von der Weise, worin respirirt wird, abhängig. Bei der Respiration durch eines der Nasenlöcher (das andere und der Mund also geschlossen), wobei die Luft also schwierig in die Respirationswege hineindringt und ebenso mit Mühe wieder hinausgetrieben wird, sinkt die Linie während der Inspiration und steigt während der Exspiration. Wird dagegen mit weitgeöffnetem Munde geathmet, so dass die Luft leicht aus- und eintreten kann, so steigt die Linie während der Inspiration und sinkt während der Expiration. Diese beiden Arten des Respirirens verursachen also zwei ganz einander entgegengesetzte Veränderungen im arteriellen Blutdrucke.

Die Erklärung dieser Erscheinung nimmt Marey aus dem Verhältnisse der Aorta thoracica und abdominalis bei der Respiration her. Im ersten Falle wird bei der Inspiration die Saugung im Thorax bedeutend zunehmen, da die Luft nicht so schnell durch das eine Nasenloch eindringen kann; hierdurch wird die Aorta thoracica erweitert und der Druck in den Verzweigungen der Aorta dem zufolge verringert werden. Bei der Exspiration ist es umgekehrt. Im zweiten Falle wird, da die Luft sehr leicht zu den Lungen treten kann, die Saugung im Thorax viel weniger vermehrt, als im ersten Falle, die Aorta thoracica also viel weniger erweitert werden; da jedoch bei der Inspiration durch die Zusammenziehung des Diaphragmas der Druck in der Bauchhöhle erhöht wird, so wird die Aorta abdominalis in diesem Augenblicke comprimirt und dadurch der Druck in dem Theile der Aorta mit ihren Verzweigungen, welcher davor liegt, also z. B. in der A. radialis, steigen.

1) Marey, Physiologie médicale de la circulation du sang. Paris 1863, p. 287.

Dieser letztere Umstand wird auch wohl bei der Respiration durch ein Nasenloch stattfinden, jedoch viel weniger Einfluss, als bei freier Respiration ausüben. Diese zwei Momente also, im Thorax und im Abdomen, treten mit Bezug auf die Veränderungen im Drucke in der Radialis im entgegengesetzten Sinne auf, und Marey ist der Meinung, dass sie bei vollkommen normaler Respiration ihren gegenseitigen Einfluss neutralisiren können, d. h. der Druck in der Radialis keine Veränderung erleiden würde.

In seiner „circulation du sang" von 1881[1]) bleibt Marey noch bei derselben Meinung und glaubt auch durch ein Experiment an einem Thiere den Einfluss des abdominalen Athmens auf den arteriellen Blutdruck nachgewiesen zu haben. Wird ein Registrirmanometer mit der Femoralis eines Kaninchens verbunden, und zugleich die Curve der Respirationsbewegungen aufgezeichnet, während das Thier auf seiner Bauchfläche liegt, so sieht Marey bei der Inspiration ein Sinken, bei Exspiration ein Steigen des Blutdruckes; wird nun das Thier auf seine Rückenfläche gelegt, so entsteht eine starke Abdominal-Respiration, wobei sich der arterielle Blutdruck im entgegengesetzten Sinne wie bei der Bauchlage verändert; er steigt bei der Inspiration und sinkt bei der Exspiration.

Auch v. Basch scheint dem Intraabdominaldrucke Einfluss auf den Blutdruck beizulegen[2]). Er meint auch, dass bei Vermehrung des Intraabdominaldruckes das Blut aus den Organen des Bauches nach der Vena cava gepresst, der venöse Blutstrom nach dem Herzen also befördert werden wird, dass aber zugleich durch den erhöhten Druck das Capillargebiet daselbst verengt und also das aus dem Stamme der Aorta kommende Blut grösseren Widerstand erleiden, ein Zustand also entstehen wird, der mit Bezug auf den Effect für den Druck in der Carotis der Reizung der Splanchnici gleichstehen wird.

Beim Resümiren der Momente, die durch ihr Zusammenwirken die respiratorischen Blutdruckschwankungen hervorbringen würden, nennt Zuntz[3]) unter Anderm den Druck, welchen die Muskeln

---

1) Marey, La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies. Paris 1881, p. 454.

2) v. Basch, Die volumetrische Bestimmung des Blutdruckes am Menschen. Medicin. Jahrb. 1876, p. 431.

3) N. Zuntz, Beiträge zur Kenntniss der Einwirkungen der Athmung auf den Kreislauf. Dies Archiv, Bd. XVII, p. 374.

auf den Inhalt der Bauchhöhle ausüben, wodurch das Abfliessen aus der Aorta beeinträchtigt und die Zufuhr nach dem Herzen durch die Vena cava inf. befördert wird. In diesem Sinne kann nach Zuntz das Sinken des Diaphragmas bei der Inspiration schon den Blutdruck erhöhen machen, viel mehr noch wird eine active Exspiration dieses bewirken.

Schon im Jahre 1875 hatte Kuhn[1]) durch Experimente darauf aufmerksam gemacht, dass Wechselungen im Drucke im Abdomen zu damit synchronischen Schwankungen in dem arteriellen Blutdrucke Veranlassung geben können. Bei Hunden, deren Nn. vago-symphatici durchschnitten, deren Thorax geöffnet, deren Bauchhöhle aber noch geschlossen war, sah Kuhn Oscillationen im Blutdrucke auftreten, die wohl regelmässig waren, aber länger wie die Blasbalgrespirationen dauerten. Diese längeren Schwankungen waren jedoch vollkommen isochronisch mit falschen Respirationsbewegungen, und zwar so, dass der Blutdruck mit der falschen Inspiration stieg. Wurden die Einblasungen unterlassen, so fielen die Schwankungen, deren Perioden mit den Einblasungen übereinstimmten, ganz weg; diejenigen von längerer Dauer blieben jedoch bestehen und wurden etwas ausgedehnter. Bei Hunden, die, übrigens unter denselben Umständen curarisirt waren, wo also auch diese falschen Respirationsbewegungen fehlten, wurden niemals diese Blutdruckschwankungen wahrgenommen. Kuhn meint, dass hier die abwechselnde Verengung und Erweiterung der Bauchhöhle (durch das Zusammenziehen des Diaphragmas) die Conditio sine qua non für das Auftreten der bezeichneten Schwankungen ist, und dass diese einfach durch abwechselnd vermehrte und verminderte Zufuhr nach dem rechten Herzen erklärt werden könnten. Auch Luciani[2]) soll durch Experimente den Einfluss der Diaphragma-Contraction auf den Blutdruck nachgewiesen haben: dass nämlich nach der Durchschneidung der Nn. phrenici die inspiratorische Steigung des Blutdruckes ausbleiben würde.

Schweinburg lieferte selbst 1881 eine Abhandlung[3]), worin

---

1) C. H. Kuhn, Over de respiratie-schommelingen der slagaderlyke bloedsdrukking. Amsterdam 1875.

2) Citirt nach Schweinburg, Archiv von du Bois-Reymond, 1881, pag. 479.

3) L. Schweinburg, Die Bedeutung der Zwerchfellcontraction für

er meldet, dass er bei seinem Studium über die respiratorischen Blutdruckschwankungen beim Menschen diese denselben Gesetzen folgen sah, wie beim Thiere, dass jedoch Abweichungen dabei vorkamen, welche sich nach den bis damals bekannten Theorien nicht erklären liessen. Hierbei machten, seiner Meinung nach, seine Versuche es sehr wahrscheinlich, dass die Veränderungen im intraabdominalen Drucke einen grossen Einfluss auf die respiratorischen Blutdruckschwankungen beim Menschen ausübten. Er sucht nun durch Experimente zu beweisen, dass dies auch bei den Thieren der Fall ist. Er registrirte den Blutdruck in der A. carotis bei dem Hunde zugleich mit den Respirationsbewegungen des Thorax bei durchschnittenen Nn. vago-symphatici und in Narcose, und schnitt danach die Nn. Phrenici durch, so dass das Zwerchfell gelähmt war und die Respiration allein durch Rippenbewegung geschah. Nach dem Beschreiben dreier derartiger Versuche sagt Schweinburg: „aus solchen Bildern lässt sich nun aussagen, dass mit der Lähmung des Zwerchfells die respiratorischen Blutdruckschwankungen ganz oder nahezu verschwinden, und hieraus kann wohl mit Sicherheit geschlossen werden, dass die Action des Zwerchfells sich zum mindesten in sehr hohem Grade an dem Zustandekommen dieser Schwankungen betheiligt". Durch die Lähmung des Zwerchfells sollte nun der intraabdominale Druck so gut wie keine Veränderung bei der Respiration mehr erleiden. Die Ausdehnung der Lungen findet nun allein durch Rippenbewegung statt. Da nun ferner nach Schweinburg die Blutdruckschwankungen bedeutend geringer werden, wenn man bei einem Hunde ohne Durchschneidung der Phrenici die Bauchhöhle öffnet, so schliesst er daraus, dass das Wegfallen der respiratorischen Blutdruckschwankungen nach Durchschneidung der Phrenici seine Ursache in den nach der Operation in der Bauchhöhle stattgefundenen Veränderungen haben muss. Das normale Steigen des arteriellen Blutdruckes bei der Inspiration wird nach Durchschneidung der Phrenici wegfallen, weil die inspiratorische Beförderung des Blutes aus der Vena cava inf. nach dem Herzen durch den erhöhten intraabdominalen Druck nun nicht mehr entsteht, aber vor Allem auch darum, weil nun das Blut aus der

---

die respiratorischen Blutdruckschwankungen. Archiv für Physiologie von du Bois-Reymond, 1881, p. 475.

Aorta in den Blutgefässen der Baucheingeweide hinabströmen kann ohne daran durch erhöhten Intraabdominaldruck verhindert zu werden. Unter normalen Umständen wird nun die Zwerchfellcontraction (also bei der Inspiration) den Intraabdominaldruck erhöhen; hierdurch werden die Blutgefässe in der Abdominalhöhle comprimirt werden, der Abfluss des Blutes nach diesen Gefässen also erschwert und dadurch also mehr Blut nach den übrigen ausserhalb der Bauchhöhle liegenden Verzweigungen der Aorta getrieben werden. „Dass in letzterem Vorgange der wesentliche Entstehungsgrund für die Blutdrucksteigerung zu suchen ist, nicht aber in jenem, die die Herzfüllung als solche veranlassen, scheint durch meine Versuche vollständig erwiesen zu sein", sagt Schweinburg. Das Sinken des Blutdruckes bei der Exspiration beruht dann auf der Wiederaufhebung des erhöhten Intraabdominaldruckes bei der Erschlaffung des Diaphragmas, dem Sicherweitern der Intraabdominalgefässe und also auf dem wieder freien Abfliessen des Blutes von der Aorta thoracica ab.

Der zweite Theil von Schweinburg's Abhandlung spricht über die respiratorischen Blutdruckschwankungen beim Menschen. Ich wünsche diesen Theil unangerührt zu lassen, weil ich in vorliegender Abhandlung den Gegenstand der intraabdominalen Respiration nur durch Experimente am Thiere zu besprechen wünsche. Mir scheint es doch vor Allem nothwendig, dass bei den complicirten Verhältnissen, die wir bei diesem Fragestücke antreffen, erst die verschiedenen theilnehmenden Factoren durch genaue Experimente, welche zu übereinstimmenden Resultaten geführt haben, festgestellt sein müssen, ehe man sich ein Urtheil über das Entstehen der Erscheinungen, die wir mit Bezug hierauf beim Menschen wahrnehmen, bilden kann. Gewiss sind nun von tüchtigen Experimentatoren genaue Untersuchungen auf diesem Gebiete gemacht worden, jedoch fehlt noch in vielen Punkten Uebereinstimmung.

In einer späteren Abhandlung trachtet Schweinburg[1]) durch ein andres Experiment die Schlussfolgerungen seiner früheren zu begründen. Er sah nämlich beim Registriren des Blutdruckes in

1) L. Schweinburg, Weiteres über die Entstehung der respiratorischen Blutdruckschwankungen. Archiv für Physiologie von du Bois-Reymond, 1882, p. 540.

der Carotis nach dem Durchschneiden der Nn. vago-symphatici die respiratorischen Blutdruckschwankungen verschwinden, wenn er die Aorta thoracica zudrückte. Er präparirte diese nämlich neben der Wirbelsäule durch Resection eines Stückes der vorletzten Rippe ohne die Pleura zu verletzen, und er konnte dann die Aorta dort zudrücken, indem die gewöhnliche Respiration bestehen blieb.

Nach dieser kurzen historischen Uebersicht sei es mir erlaubt, noch eben auf die respiratorischen Blutdruckschwankungen im Allgemeinen zurück zu kommen. In meiner letzten Abhandlung über dieses Fragestück[1]) habe ich getrachtet so deutlich wie möglich anzuzeigen, dass die Respirations-Schwankungen in dem arteriellen Blutdruck ihre Hauptursache in den Veränderungen haben müssen, welche die Lungencirculation während der Respiration erleidet. Die Curve des arteriellen Blutdruckes entsteht nämlich durch das Zusammentreten der Capacitäts- und Stromgeschwindigkeitscurve, ist also gleichsam die Resultante dieser beiden. So liessen sich, gestützt auf Experimente am lebenden Thiere unter verschiedenen Umständen, die verschiedenen Variationen, welche in den arteriellen Blutdruckschwankungen wahrgenommen werden, vollkommen erklären. Doch schon damals bemerkte ich dabei, dass vielleicht die Blutdruckcurve durch Nerveneinflüsse, veränderte Herzfrequenz und peripherischen Druck beeinflusst werden konnte, aber die Hauptursache ihrer Schwankungen jedoch stets in der Lungencirculation gesucht werden musste. Ich glaubte dieses damals schon thun zu dürfen ohne Gefahr zu laufen, der Einseitigkeit beschuldigt zu werden. Vor Allem boten mir die schönen Untersuchungen von Kuhn eine grosse Stütze. Ungeachtet Kuhn, sowie aus seinen Untersuchungen deutlich erhellt, nicht von dem Principe ausging, dass die Lungencirculation die respiratorischen Blutdruckschwankungen verursachen würde (Funke und Latschenberger's Untersuchungen waren noch nicht bekannt), gelangte er dennoch zu dem Resultate[2]), „dass das Lungenvolumen auf der Höhe des Blutdruckes einen entscheidenden Einfluss ausübt", und schliesst endlich: „dass bei der Ausdehnung und Collabirung der Lungen mecha-

1) S. de Jager, Die Lungencirculation und der arterielle Blutdruck. Dies Archiv, Bd. XXVII, p. 152.

2) l. c. p. 115 und 127.

nische Momente wirksam sind, welche direct auf die Zufuhr des Blutes nach dem Schlagadersystem einwirken."

Nach diesem auf gänzlich unparteiischem Wege erhaltenen Schlusse sind Reihen von Untersuchungen über die Lungencirculation selbst gefolgt. Ich habe selbst einen Beitrag dazu geliefert[1]) und die Resultate hiervon in einer folgenden Abhandlung auf den arteriellen Blutdruck angewendet. Als mir hierbei nun deutlich wurde, wie wirklich das Vermuthen Kuhn's, dass beim Ausdehnen und Collabiren der Lungen mechanische Momente vorhanden sein würden, welche direct auf die Zufuhr des Blutes nach dem Schlagadersystem einwirken müssten, Wahrheit war, als mir die mechanischen Momente selbst durch meine ersten Untersuchungen hierüber genauer bekannt geworden waren, und später die Weise, worauf sie den arteriellen Blutdruck beeinflussten, da glaubte ich berechtigt zu sein, darin die Hauptursache der arteriellen Schwankungen zu sehen.

Ich bin auch nun wieder durch die in vorliegender Abhandlung noch zu besprechenden Experimente nur in dieser Meinung verstärkt. Deshalb braucht dies jedoch nicht die einzige Ursache zu sein. Ich habe, wie schon bemerkt, dahin gestellt sein lassen, ob die Curve des Blutdruckes auch noch durch andere Momente beeinflusst werde. So hat unzweifelhaft die veränderte Herzthätigkeit unter Nerveneinfluss bei der Respiration Einfluss auf die arteriellen Schwankungen. Wir brauchen die Curven des arteriellen Blutdruckes unter gewöhnlichen Umständen und nach dem Durchschneiden der Nn. vago-sympathici nur mit einander zu vergleichen, so ist der Unterschied in der Form deutlich genug; zugleich aber erhellt aus diesem Vergleichen, dass, wenn nach dieser Durchschneidung veränderte Herzthätigkeit ausgeschlossen ist, die Respirationsschwankungen bestehen bleiben, ja ihre Beziehung zu den Respirationsphasen selbst viel deutlicher nachzuweisen ist.

Giebt es denn bei durchschnittenen Vago-sympathici noch accessorische Momente? Talma hat neulich in einer Abhandlung über diesen Gegenstand[2]) grosses Gewicht auf die Veränderungen des

---

1) S. de Jager, Ueber den Blutstrom in den Lungen. Dies Archiv, Bd. XX, p. 426.

2) S. Talma, Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respiration auf die Circulation des Blutes. Dies Archiv, Bd. XXIX, p. 311.

Druckes auf die Aussenfläche des Herzens während der Respiration gelegt. Obschon ich diesen Einfluss durchaus nicht bestreiten will, so würde doch, wenn er wirklich so auf den Vordergrund trat, daraus folgen müssen, dass ein grosser Unterschied in der Form der Respirationsschwankungen hervortreten musste, je nachdem künstliche Respiration (mittelst eines Blasbalges) bei geschlossenem oder geöffnetem Thorax zu Stande gebracht wurde, weil im ersteren Falle die Aussenfläche des Herzens jedesmal den erhöhten Druck durch das Einblasen erleiden wird, im anderen Falle nicht, und ich glaube gerade aus der Arbeit Kuhn's folgern zu müssen, dass dadurch die Form der Respirationsschwankungen keine nennenswerthen Veränderungen erleidet; ja Talma selbst sieht auch Respirationsschwankungen in diesem Falle auftreten (p. 327) und schreibt sie alsdann auch wirklich den wechselnden Widerständen in den Lungengefässen zu. Warum dann derartige wechselnde Widerstände bei noch geschlossenem Thorax nicht entstehen sollten, ist mir nicht recht deutlich. Doch nochmals, jenen Einfluss des wechselnden Druckes auf das Herz will ich nicht anfechten, allein was den Einfluss der Lungencirculation selbst betrifft, halte Talma mir ein paar Bemerkungen zu Gute.

„Wenn die Menge Blutes, welche der rechte Ventrikel während der Diastole empfängt, gleich und die Frequenz der Zusammenziehungen die nämliche bleibt, kann zudem die Blutmenge, welche durch die Lunge strömt, nicht zunehmen, die Widerstände mögen so gering werden, wie sie nur können" sagt Talma; dies ist gleichwohl kein Argument gegen den Einfluss der Lungencirculation. Lasset uns für einen Augenblick annehmen, dass die Blutmenge, welche durch die Venae cavae nach dem Herzen strömt, vollkommen dieselbe bleibt, so muss, wenn nirgends Blutanhäufung stattfinden wird, die Herzfrequenz dieselbe bleibt, innerhalb gewisser Zeiträume, welche einige Respirationen umfassen (z. B. 5 Min.) jedesmal dieselbe Blutmenge durch die Aorta gepumpt werden. Der mittlere Druck in der Aorta wird dann durch eine gerade horizontale Linie vorgestellt werden können. Bevor aber das Blut von dem rechten nach dem linken Herzen gekommen ist, muss es ein ganzes Gefässgebiet durchlaufen, welches mit Bezug auf sein Lumen während der verschiedenen Phasen der Respiration wechselnd ist. Dieser Wechsel wird natürlich periodisch auf die Blutmenge zurückwirken, welche in den Lungenadern nach dem

linken Herzen strömt, und so werden also, ungeachtet die Anfuhr nach dem rechten Herzen vollkommen dieselbe bleibt, dennoch periodische Schwankungen in der Blutmenge, welche das linke Herz empfängt, auftreten und in Folge dessen periodische Schwankungen in dem arteriellen Blutdrucke, wiewohl auch nun noch der mittlere Blutdruck dort durch obengenannte gerade Linie vorgestellt wird. Es ist also augenblicklich die Frage nicht, ob das rechte Herz mehr oder weniger Blut empfängt (welchen Einfluss dieses auf den arteriellen Blutdruck hat, werden wir später besprechen), sondern ob die Blutmenge, welche das linke Herz empfängt, auch periodisch wechselt. Meine Versuche mit künstlicher Circulation bei einem eben getödteten Thiere beweisen es, wie bei constanter Anfuhr in die Art. pulmonalis dennoch Capacitäts- und Stromgeschwindigkeitscurven im Drucke in der Carotis auftreten, und so wie ich damals dabei bemerkte, war in diesen Versuchen die Carotis als die einfache Verlängerung der Lungenadern ausserhalb des Thorax anzusehen[1]). Was wir dabei in der Carotiscurve wahrnahmen in Verbindung mit der Blutmenge, welche aus der Aorta abdominalis strömte, konnte uns einen Schluss ziehen lassen bezüglich der Verhältnisse des Blutstromes in den Lungenvenen während des wechselnden Lungenvolumens. Aus diesen Versuchen gerade erhellte, dass die Blutmenge, welche nach dem linken Herzen strömt, bei constanter Anfuhr in die Art. pulmonalis durch das Ausdehnen und Collabiren der Lungen wechselnd wird.

Obschon ich noch nicht würde behaupten dürfen, dass die Veränderungen, welche in der Lungencirculation auftreten, dieselben seien bei der normalen Inspiration, wobei Ausdehnung der Lungen stattfindet und beim Anbringen von Saugung innerhalb der Lungen (sowie bei den Versuchen Talma's), wo keine Ausdehnung, sondern im Gegentheil eine Collabirung stattfinden muss, so will ich doch für einen Augenblick diese Identität annehmen und Talma's Curve Fig. 2 als durch eine normale Inspiration mit darauf folgender Suspension entstanden betrachten. Der Verlauf dieser Curve scheint mir eben die Periodicität der veränderten Lungencirculation deutlich anzudeuten. Wir sehen dort bei der Inspirationssuspension ein langsames Steigen, jedoch geht dies wieder nach einiger Zeit in Sinken über. Später in Fig. 8 hat Talma

1) l. c. p. 160.

eine wirkliche Inspiration bei durchschnittenem Nn. vago-sympathici abgebildet, und er sieht auch hier bei der tiefen Inspiration wohl langsames Steigen, am Ende jedoch folgt ein Sinken. „Sofort geht aus der Figur hervor, dass es einseitig ist, jede Druckänderung in den Arterien aus den Veränderungen der Weite der Lungengefässe erklären zu wollen“, sagt Talma[1]). Gestellt wieder, dass die Zufuhr nach dem rechten Herzen constant wird, was doch endlich bei Inspirationssuspension oder am Ende einer sehr tiefen und langsamen Inspiration caeteris paribus geschehen muss, so wird nach Ablauf der initialen Veränderung wohl gewiss die Stromgeschwindigkeitscurve (Steigung des Blutdruckes) entstehen, sobald aber wieder ein neuer Gleichgewichtszustand in der Lungencirculation selbst eingetreten ist, muss natürlich der Einfluss der Stromgeschwindigkeitscurve wieder wegfallen, der Blutdruck in der Aorta (resp. Carotis) bis zu seiner mittleren Höhe sinken.

Wenn man viele Blutdruckbestimmungen bei künstlicher und bei normaler Circulation, bei normaler Respiration und bei künstlicher Respiration mittelst eines Blasbalges, bei künstlicher Respiration durch Bewegungen des Zwerchfells mittelst der Hand gemacht hat, und man hat dabei stets Schwankungen im Blutdrucke nicht allein synchronisch mit den Lungenbewegungen auftreten sehen, sondern auch die Grössen jener Schwankungen mit der Ausbreitung der Lungenbewegungen gleichen Schritt halten sehen; wenn man diese grosse Anzahl Curven stets in Uebereinstimmung mit demjenigen gesehen hat, was die Folge der Lungencirculation in jenem Augenblicke sein muss, so muss man wie von selbst zu der Ueberzeugung kommen, dass die wechselnde Lungencirculation die Hauptursache dieser Schwankungen sein muss.

So ist der Unterschied in der Blutdruckcurve, welcher sich offenbart, wenn man bei einem Hunde Trachealathmen mit Nasalathmen verwechselt, ebensowenig ein Beweis gegen den Einfluss der Lungencirculation. Gad[2]) hat gemeint, wenn ich seine Mittheilung wohl begreife, dass durch einen derartigen Versuch bewiesen wird, dass der Wechsel im pleuralen Druck bei der Respiration von Einfluss auf die Respirationsschwankungen in dem ar-

1) l. c. p. 331.

2) J. Gad, Ueber Athemschwankungen des Blutdruckes. Archiv für Physiologie von du Bois-Reymond, 1880, p. 287.

teriellen Blutdrucke sei, weil das von Funke und Latschenberger[1]) angegebene Moment, der Einfluss des wechselnden Lungenvolumens bei Tracheal- und Nasalathmen derselbe bleibt, und dennoch Veränderungen in den Schwankungen auftreten.

Unzweifelhaft bleibt die Lungencirculation bei dem Wechsel von Tracheal- und Nasalathmen nicht derselbe. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass, wenn auch Funke und Latschenberger die Ehre zukommt, dieses Moment hinsichtlich der arteriellen Schwankungen in der Physiologie zuerst eingeführt zu haben, ihre Schlussfolgerungen mit Bezug auf jenen Einfluss der Lungencirculation gewiss unrichtig genannt werden müssen.

„Die Capacität der Lungen bedingen drei Factoren: 1. die Erweiterung der Lungengefässe durch den Blutdruck in den zu- und abführenden Gefässen; 2. der Luftdruck auf die Alveolargefässe, der dieselben zu comprimiren sucht und dadurch ihre Capacität verringert; 3. die bei Ausdehnung durch Aspiration erzeugte Dehnung der Lungengefässe, sowohl in die Länge, wie senkrecht zur Achse", schrieb ich damals[2]). Wird nun Trachealathmen in Nasalathmen verändert, so wird 1. der Wechsel im Luftdruck auf die Alveolargefässe in beiden Fällen nicht derselbe sein und 2. auch der Wechsel im pleuralen Drucke nicht; letztere nun hat wieder Einfluss auf die Erweiterung der Lungenadern und dadurch auf die sogenannte Druckdifferenz zwischen Art. und Ven. pulm.: also Gründe genug, dass die Lungencirculation den Einfluss dieser veränderten Respiration erleiden wird.

Wollen wir nun untersuchen, ob der intraabdominale Druck auf den arteriellen Blutdruck Einfluss ausübt, so müssen wir diesen Druck selbst erst etwas genauer betrachten. Hierüber habe ich nur bei P. Bert[3]) Angaben gefunden. Er nahm eine Glasröhre, welche auf solche Weise in den Darm eines Hundes eingeführt wurde, dass ein die Glasröhre umgebendes Kautschuksäckchen die

---

1) O. Funke und J. Latschenberger, Ueber die Ursachen der respiratorischen Blutdruckschwankungen im Aortensystem. Dies Archiv, Bd. XV, p. 405 und Bd. XVII, p. 547.

2) l. c. p. 467.

3) P. Bert, Leçons sur la Physiologie comparée de la respiration. Paris 1870, p. 338.

Ausöffnung abschloss. Die Glasröhre war mit einem Wassermanometer verbunden, dessen offener Arm durch Lufttransport mit einem „Tambour enregistreur“ in Verbindung stand. So wurden die Wechslungen im Intraabdominaldruck zugleich mit den Bewegungen des Thorax, oder mit den Druckwechslungen in der Trachea aufgezeichnet. Er fand, dass sich der Druck nicht immer mit Bezug auf die Respirationsbewegungen in demselben Sinne veränderte, sondern dass scheinbar viele Unregelmässigkeiten vorkamen, welche sich aber dadurch grade erklären liessen, dass die Respiration nicht immer auf dieselbe Weise geschah. Bei Zusammenziehung des Zwerchfells bei der Inspiration wird der Druck im Abdomen zunehmen; findet dagegen die Inspiration nur durch die Contraction der Thoraxmuskel statt, so wird während der Inspiration der Intraabdominialdruck sinken müssen.

Hieraus folgt dann, dass, wenn beide Factoren (Diaphragma und Thoraxmuskel) bei der Inspiration thätig sind, in verschiedenem Grade aber, dadurch der Wechsel im Intraabdominaldrucke bedeutend anders sein kann. Um dies experimental zu beweisen, wollte P. Bert den Intraabdominaldruck bei dem Kaninchen, welches beinahe ausschliesslich mit dem Diaphragma athmet, registriren, und auch nachdem er das Halsmark durchgeschnitten hatte; endlich hat er bei dem Hunde die Phrenici durchgeschnitten, um die Diaphragmarespiration zu unterdrücken. Durch gewisse Umstände sind diese Experimente nicht ganz zur Ausführung gekommen.

Es ist natürlich gerade von Belang zu wissen, wie sich der Intraabdominaldruck während der Respiration verhält, wenn das Diaphragma sich passiv bewegt, vorzüglich auch, weil ich noch die Blutdruckschwankungen zu besprechen wünsche, wenn das Diaphragma gelähmt ist.

Rosenthal macht schon auf die passiven Bewegungen des Diaphragma's aufmerksam[1]). „Ist das Zwerchfell nämlich erschlafft oder contrahirt, während der Thorax noch Bewegung macht, so müssen sich diese natürlich dem Zwerchfell mittheilen, nicht blos wegen der Anheftung des Zwerchfells am Rippenrand, sondern auch wegen der Elasticität der Lungen. — Man sieht diese pas-

---

1) J. Rosenthal, Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus, Berlin 1862, p. 49.

siven Bewegungen besonders schön, wenn das Zwerchfell erschlafft ist (besonders nach Durchschneidung beider Phrenici, oder auch nur des einen auf der entsprechenden Seite), und kann sie schon dadurch von wahren Zwerchfellscontractionen unterscheiden, dass sie in ihren Phasen den Respirationsbewegungen des Brustkorbes gerade entgegengesetzt sind.“ Sehr deutlich müssen sowohl active, als passive Bewegungen des Zwerchfells sichtbar sein, wenn man die Methode anwendet, derer sich Snellen[1]) zu seiner Zeit bediente, um den Einfluss des N. vagus auf die Respirations-Bewegungen zu beobachten, nämlich dadurch, dass man eine Nadel gerade unter das Sternum senkrecht in den Bauch steckt. Diese Nadel macht dann sehr genau die Bewegungen des Zwerchfells mit. Es thut mir leid, dass ich bei meinen noch zu besprechenden Experimenten diese Methode nicht auch angewandt habe. Ich selbst habe den Intraabdominaldruck zugleich mit den Bewegungen der Brust- und Bauchwand registrirt.

Ein Hund von 6 kgr wurde in Morphine- und Chloroformnarcose gebracht; ein Luftkissen wurde auf den Rippen rechts von dem Sternum, ein zweites auf der Linea alba abdominis mitten zwischen Sternum und Symphysis angebracht; ferner wurde ein grosser, an der Spitze ganz offener Katheter durch den Anus in den Darm geschoben. Die beiden Luftkissen und der Katheter standen, jedes für sich, durch Lufttransport mit einem „Tambour enregistreur“ in Verbindung, und so wurden zugleich die Bewegungen der Thoraxwand, der Bauchwand und die Wechslungen im Drucke in dem Darme auf einem rotirenden Cylinder aufgezeichnet. Es zeigte sich sofort, dass der Druck im Darme beinahe keine Veränderungen bei der Respiration erlitt; die Bauchwand war schlaff, da die Därme wenig gefüllt waren, und eine Verkleinerung der Bauchhöhle durch die Zwerchfellcontraction konnte also den Druck nicht besonders verändern. Dass dies Resultat seine Ursache nicht im Verstopftsein des Katheters durch Darminhalt hatte, erhellte daraus, dass, als ich die Hand auf die Bauchwand legte und diese nun eindrückte, der Hebel des Tambours ein tüchtiges Steigen zeigte. Um die Wechslungen im Intraabdominaldrucke stärker werden zu lassen, erhöhte ich nun den absoluten Druck in der Bauchhöhle dadurch, dass ich die Därme mit lauwarmem Wasser aufspritzte, bis die Bauchwand eine gewisse Spannung zeigte. Der Katheter wurde nun wieder eingeführt und der

1) H. Snellen, Onderzoekingen over den invloed van de n. vagus op de ademhalingsbewegingen. Onderz. ged. in het Physiol. Laborat. d. Utrechtsche Hoogschool, VII, 1854—55, p. 121.

Anus schliesst genug ab, um jene Spannung bestehen zu lassen. Die Kautschukröhre, welche den Katheter mit dem Tambour verband, wurde nun bis zu einer gewisssen Höhe über ein Stativ gehängt. Das Wasser stieg alsdann in dem Theile der Röhre, welcher aufwärts hing, so weit, dass die Wassersäule mit dem Druck in dem Darm Gleichgewicht bildete. Nun waren die Wechslungen im Druck bei der Respiration viel bedeutender. Bei jeder Inspiration stieg der Hebel des Thorax, auch jener des Abdomens; ersterer jedoch am meisten, ein Beweis für das Vorherrschen der costalen Athmung in diesem Falle. Nicht immer jedoch stiegen beide Hebel gleichzeitig. Meistens kam die Bewegung des Thorax zuerst, doch zuweilen auch jene des Abdomens; letzteres ist dann ein Beweis, dass die Diaphragmacontraction vor jener der Thoraxmuskel beginnt, was von dem Willen des Thieres abzuhängen scheint. Geschahen nun die Costal- und Abdominalbewegungen gleichzeitig, oder kam die Abdominalwand voran, so sah ich den Intraabdominaldruck bei der Inspiration nur steigen, bei der Exspiration sinken. Ging die Bewegung der Thoraxwand jedoch jener der Bauchwand voraus, kam also m. a. W. die Zwerchfellcontraction etwas später, als die der Thoraxmuskel, so sah ich den Intraabdominaldruck bei der Inspiration erst etwas sinken, um erst danach zu steigen.

Nachdem die beiden Nn. vago-sympathici durchgeschnitten waren und dabei die Respiration viel weniger frequent, aber jede Respiration tiefer geworden war, so waren die Wechslungen im Intraabdominaldruck viel ausgebreiteter geworden. Ein Druck mit der Hand auf die Bauchwand in der Pause zwischen zwei Respirationen machte die Hebel des Darmes sehr steigen.

Bei einem andern Hunde von $6^1/_4$ kgr Gewicht wurden wieder in Morphine- und Chloroformnarcose Luftkissen auf dem Thorax und auf der Linea alba abdominis angebracht, wurde wieder der Katheter in den Darm eingeführt und diese alle mit Tambours verbunden. Wiederum machte der Hebel, welcher den Darmdruck angeben musste, beinahe unmerkbare Schwankungen; nur beim Drucke mit der Hand auf den Abdomen folgte ein Steigen des Hebels. Deshalb wurden die Därme wieder mit Wasser aufgespritzt. Die Respiration war auch in diesem Falle vorherrschend costal, jedoch fanden die Bewegungen der Brust- und Bauchwand ziemlich gleichzeitig statt. Der Druck im Darm stieg während der Inspiration langsam, jedoch nicht viel und sank wieder während der Exspiration. Um tiefere Respiration zu erhalten, wurden die Nn. vago-sympathici durchgeschnitten; die Frequenz war nun wieder zugleich vermindert. Noch war die Respiration vorherrschend costal; beinahe wieder gleichzeitig mit der Thoraxwand wölbte sich das Abdomen und stieg während dieser Periode der Druck im Abdomen und nun viel bedeutender, als vor der Durchschneidung der Nerven. Danach wurden auch die beiden Nn. phrenici durchgeschnitten. Die Thoraxwand machte danach sehr ausgebreitete Bewegungen, die Abdominalwand dagegen sehr kleine; jedoch waren beider Bewegungen nun einander entgegengesetzt. Bei jeder Inspiration wölbte sich die Thoraxwand, zog sich die Abdominalwand ein wenig ein.

Dasselbe habe ich bei später noch zu besprechenden Versuchen bei durchgeschnittenen Nn. phrenici noch deutlicher wahrgenommen. Den Darmdruck sah ich nun bei jeder Inspiration, entgegengesetzt vor dem Durchschneiden der Phrenici, sinken, bei Exspiration steigen.

Die Wechslungen im Intraabdominaldruck vor und nach dem Durchschneiden der Phrenici habe ich bei demselben Hunde noch auf andre Weise wahrnehmen können. Die Röhre des Darmkatheters wurde nämlich anstatt an den Tambour mit einem Wassermanometer verbunden. Auch hier sah ich vor der Durchschneidung der Phrenici bei der Inspiration Steigung, bei Exspiration Sinken des Druckes und betrug die Differenz $\pm$ 5 mm H_2O. Nach Durchschneidung der Phrenici sank bei jeder Inspiration das Wasser im offenen Arm des Manometers, stieg bei jeder Exspiration und betrug die Differenz $\pm$ 10 mm H_2O. Es wurde vergessen, bei diesem Versuche den Nullpunkt des Manometers zu bestimmen, wodurch natürlich der absolute Druck im Darme unbekannt blieb. Der absolute Druck ist hier jedoch von bezüglich geringem Werthe, da er durch Wasserinjection zu einer künstlichen Höhe aufgeführt war.

Wir finden daher die Vermuthung von P. Bert bestätigt und bringen wir diese Experimente mit den Wahrnehmungen Rosenthal's über die Bewegungen des gelähmten Diaphragma's in Verbindung, so folgt daraus, dass bei der gewöhnlichen Zwerchfellcontraction, während der Inspiration also, der Abdominaldruck steigt. Geht jedoch die Contraction der Thoraxmuskel der Zwerchfellcontraction voraus, so kann erst ein Sinken des Intraabdominaldruckes stattfinden. Das Diaphragma geht dann bei der Inspiration erst aufwärts, verhält sich dann wie ein gelähmtes Diaphragma und der Druck im Abdomen beginnt erst zu steigen, wenn die Contraction des Diaphragma's selbst folgt. Daher bleibt dieses Steigen ganz aus, folgt also bei jeder Inspiration allein nur Sinken des Intraabdominaldruckes, wenn das Zwerchfell wirklich gelähmt ist (nach der Durchschneidung der Phrenici). Bei jeder Inspiration steigt dann das Diaphragma, um Gleichgewicht mit der erhöhten Saugkraft im Thorax durch die Zunahme der Elasticität der Lungen zu bilden. Folgt dann die Exspiration, wird also die Saugkraft im Thorax wieder geringer, dann folgt dadurch, dass das Zwerchfell seinen alten Gleichgewichtszustand wieder einnimmt, wieder sinkt und der Intraabdominaldruck wieder bis zu jener Höhe steigt, welche vor dem Beginne der Inspiration bestand.

Es ist deutlich, dass dieser Intraabdominaldruck noch viele Veränderungen mit Bezug auf die Respirationsphasen erleiden

kann, wenn erschwerter Zutritt der Luft bei Inspiration, oder erschwerte Abfuhr bei Exspiration besteht, oder wenn active Exspiration auftritt, wobei sich die Bauchmuskeln zusammenziehen. Darum muss, wenn man nur den Einfluss der Diaphragmacontraction auf den Intraabdominaldruck erforschen will, das Thier ruhig und normal athmen und Tracheotomie verrichtet sein, um die Luft frei passiren zu lassen, was bei meinen Versuchen geschehen war.

Es folgt aus diesen Versuchen ferner, dass die Erhöhung des Intraabdominaldruckes bei der normalen Inspiration nicht gross ist. Bei nicht angefüllten Därmen war diese kaum an dem doch sehr leicht beweglichen Hebel des Tambours wahrzunehmen und bei künstlich gefüllten Därmen (mit Wasser) betrugen die Schwankungen selbst bei tiefer Inspiration nicht mehr als $\pm$ 5 mm H_2O. Bei noch stärkerer Füllung der Därme würde die Wechslung bei Diaphragmacontraction stärker werden können. Jedoch dürfen wir wohl annehmen, dass die Wechslungen unter gewöhnlichen Umständen geringer sind, als diejenigen in dem intrathoracalen Drucke.

Wären nun die Wechslungen im Intraabdominaldrucke die Ursache für das Zustandekommen der arteriellen Blutdruckschwankungen, sowie Schweinburg behauptet, so würden diese Schwankungen nicht verschwinden müssen nach Durchschneidung der Phrenici, sondern würden sich grade mit Bezug auf die In- und Exspiration umgekehrt verhalten müssen wie bei der normalen Respiration (also vor der Durchschneidung der Phrenici). Wir wollen sehen, was das Experiment uns hierüber zeigt.

Es schien mir gleich vom höchsten Belange zu sein, um zu wissen, wie sich der Blutdruck während der Respiration nicht nur in der Carotis, sondern auch und wohl gleichzeitig in einer Schlagader, deren Blut erst durch die Bauchhöhle geflossen ist, also z. B. in der Cruralis, verhält. Hat der Intraabdominaldruck wirklich Einfluss auf den Blutstrom im Stamme der Aorta abdominalis, so muss sich der Einfluss in der Carotis anders als in der Cruralis äussern. Nehmen wir z. B. an, dass Erhöhung des Intraabdominaldruckes die Aorta abdominalis enger macht, so würde im Augenblicke der Verengerung sowohl in der Carotis, als in der Cruralis ein Steigen des Blutdruckes folgen dürfen; in der Cruralis würde das Steigen sehr schnell in Sinken übergehen müssen, indem es dagegen in der Carotis bis zu einem Maximum anhalten müsste.

A priori können wir voraussetzen, dass die Wechslung im Intraabdominaldrucke bei der normalen Respiration so gut wie gar keinen Einfluss auf das Lumen der Aorta abdominalis haben wird. Die Druckwechslung beträgt nur, so wie wir sahen, einige mm H_2O und der Druck in der Aorta selbst ist weit über die 100 mm Hg.

Das Erste was uns nun auffällt, wenn wir den Blutdruck in der Carotis und Cruralis zugleich registriren, ist das vollkommene Parallellaufen der beiden Curven, d. h. die Cruralis kommt in ihren Veränderungen eben hinter der Carotis an; verschiebt man aber die Curve der Cruralis so viel nach vorn, als dieser Unterschied beträgt, so laufen beide vollkommen parallel unter sehr verschiedenen Umständen. Ich registrirte den Blutdruck in beiden Arterien dadurch, dass ich an das Ludwig'sche Kymographion den doppelten Manometer befestigte und jeden der beiden Manometer auf die gewöhnliche Weise mit einer Arterie verband. Auf den Rippen neben dem Sternum und auf der Linea alba abdominis wurden Luftkissen angebracht, jedes für sich durch Lufttransport mit einem „Tambour enregistreur" in Verbindung gesetzt. So wurden also auf dem „Papier ohne Ende" zugleich mit dem Blutdruck in beiden Schlagadern die Bewegungen des Thorax und der Bauchwand aufgezeichnet.

Fig. I bietet uns ein derartiges Experiment dar. Die Curven sind von einem Hunde genommen, welcher sich in Morphine- und Chloroformnarcose befindet. Die beiden Nn. vago-sympathici sind durchgeschnitten, um die sich wechselnde Herzthätigkeit bei der Respiration auszuschliessen. Für die freie Ab- und Zufuhr der Luft nach den Lungen ist Tracheotomie verrichtet. Die oberste der beiden Curven (Ca) ist die des Blutdruckes in der linken Carotis; die unterste (Cr) die des Blutdruckes in der linken Cruralis. Das Parallellaufen der beiden Curven fällt uns sofort ins Auge und ist noch auffälliger, wenn wir ausserdem die Curven der übrigen Figuren auf derselben Tafel betrachten. Ferner sehen wir in Fig. I, dass in der Curve der Cruralis die Erhebungen bei jedem Herzschlage etwas weniger ausgebreitet sind, als die in der Carotis, was auch wieder in Fig. II und III vorkommt, welche von demselben Hunde genommen sind und zwar unter gleich unten zu besprechenden Umständen. Die Ursache dieses kleinen Unterschiedes liegt in dem Lumen des Verbindungsröhrchens, welches in der Arteria eingebunden ist. Durch das sehr kleine Lumen der Cruralis dieses Hundes war ich gezwungen, ein enges Verbindungsröhrchen darin zu befestigen; das der Carotis hatte ein etwas weiteres Lumen. Wir sehen nun in beiden Curven in Fig. I die gewöhnlichen Respirationsschwankungen. Sie bleiben in der Cruralis etwas

hinter den in der Carotis; allein es ist nur sehr wenig. Bei Inspiration kurzes Sinken mit darauf folgendem Steigen, welches Steigen sich beim Beginne der Exspiration fortsetzt, um dann wieder in Sinken überzugehen, ist wieder wie bei früheren Curven die constante Erscheinung. Capacitäts- und Stromgeschwindigkeitscurven sind also beide hier anwesend; vor Allem tritt bei der Exspiration die Capacitätscurve (beginnendes Steigen) etwas mehr auf den Vordergrund zufolge des schnelleren Verlaufes der Exspiration; auf die Exspiration folgte hier gewöhnlich eine kleine Pause. Die Inspiration ist dagegen mehr langsam[1]).

Auch nun wurde mir wieder bei meinen verschiedenen Versuchen das Concurriren der beiden Curven, Capacitäts- und Stromgeschwindigkeitscurven deutlich; von Allem hat die Schnelligkeit des Athmens caeteris paribus grossen Einfluss. Bei jeder schnellen Respirationsbewegung tritt immer caeteris paribus die Capacitätscurve mehr auf den Vordergrund; vorzüglich sind in den Pausen (Suspensionen) die Stromgeschwindigkeitscurven deutlich. Bei langsamer Respirationsbewegung kann die Capacitätscurve ganz in den Hintergrund treten, sodass nur die Stromgeschwindigkeitscurve (z. B. allein Steigen bei langsamer Inspiration) sichtbar bleibt. Als bei diesem Hunde so während einiger Zeit ruhig der Blutdruck in beiden Schlagadern aufgezeichnet war, wurden die vorher präparirten Nn. phrenici durchgeschnitten, worauf unmittelbar heftige schnelle Respirationen folgten, worin die Curven des Blutdruckes ihren Parallelismus nicht verloren. Jedoch gelangte das Thier schnell wieder zur Ruhe. Es machte nun sehr tiefe Inspirationen mit den Rippen. Sofort war wieder die Veränderung in der Bewegung der Bauchwand auffallend. Man sah, dass diese nun bei jeder Inspiration einsank, indem sie sich vor der Durchschneidung der Phrenici bei jeder Inspiration wölbte. Auch die Bewegungen der Hebel machten uns sofort auf diese Veränderung aufmerksam. Waren ihre Bewegungen vor der Durchschneidung dieselben, stiegen und sanken sie ungefähr gleichzeitig, so bewegten sie sich nun in einander entgegengesetzter Richtung. Am deutlichsten zeigte sich jedoch die Veränderung aus den Curven selbst. Bei jeder sehr starken Steigung der Curve des Hebels des Thorax

1) Da die Curven der Respirationsbewegungen weggelassen sind, so ist die Form der Respirationsbewegungen in den Figuren natürlich nicht sichtbar.

folgt ein Sinken der Curve des Hebels des Abdomens. Also wohl ein deutlicher Beweis wieder für den Einfluss der Durchschneidung der Phrenici, ein Einfluss, der nun durch das jedesmalige Aufsteigen des Zwerchfells bei der Inspiration den intraabdominalen Druck, so wie wir sahen, während jener Periode sinken macht.

Ist nun Veränderung in dem Verhältnisse der arteriellen Blutdruckschwankungen entstanden? Fig. II gibt uns die Antwort auf diese Frage. Jede weitere Anweisung hierüber wäre fast überflüssig. Die Respirationsschwankungen sind vollständig bestehen geblieben, ja selbst etwas ausgebreiteter geworden. Die Ursache hiervon liegt wieder in dem Unterschiede in der Tiefe der Respiration bei Fig. I und Fig. II.

Bei Fig. I waren die Respirationen oberflächlich; bei Fig. II ist wohl die Wirkung der Zwerchfellcontraction weggefallen und kommt dies zum Nachtheile für die Ausdehnung der Lungen, die Bewegungen der Rippen jedoch sind so stark vermehrt, dass unzweifelhaft dieser Verlust dadurch übercompensirt ist, die Ausdehnung der Lungen also grösser ist, als in Fig. I. Die Form der Schwankungen jedoch ist dieselbe geblieben. Dies Beispiel ist deshalb um so treffender, weil Fig. I absichtlich von einem Theile entnommen ist, wo zufällig beinahe nur Diaphragmarespiration bestand und wo die Thoraxwand nur sehr kleine Bewegungen machte.

Zum Ueberflusse ist die Bauchhöhle vom Sternum an bis in die Nähe des Schambeinbogens in der Linea alba geöffnet. Bei jeder Inspiration sieht man nun die blossliegenden Därme nach innen sinken, bei jeder Exspiration aufwärts steigen. Fig. III gibt uns das Bild der Blutdruckscurven. Auch dort sind wieder die gewöhnlichen Respirationsschwankungen.

Diesen Versuch habe ich noch bei drei Hunden (von resp. 8, $18^1/_4$ und $5^1/_2$ kgr) wiederholt unter denselben Umständen und mit demselben Resultate. Nur bei einem der Versuche blieb die Bauchwand nach dem Durchschneiden der Phrenici sich bei Inspiration noch ein wenig wölben und ich glaubte darum erst, dass nicht alle Zweige der Phrenici durchgeschnitten wären. Bei genauem Beobachten jedoch zeigte es sich, dass durch die sehr tiefe Costalinspiration, wobei also die letzten Rippen sehr stark aufgehoben werden, die Bauchwand gleichsam zwischen diesen Rippen und dem Beckenrand gespannt wird. Dies kann natürlich nur geschehen, wenn die Bauchwand beim Beginne der Inspiration schlaff ist, wenn also die Bauchhöhle wenig gefüllt ist. Dass dies der wahre Grund war und nicht unvollkommene Lähmung des Zwerch-

fells zeigte sich auch, als die Bauchhöhle geöffnet war. Die Därme sanken nun wieder bei jeder Inspiration in die Tiefe.

Die Resultate dieser Experimente sind schon von grossem Gewichte für den Einfluss des wechselnden Intraabdominaldruckes auf den arteriellen Blutdruck. Sie beweisen uns, da die Form und Ausbreitung der Respirationsschwankungen keine Veränderungen erleiden, wenn man die Wechslung im Intraabdominaldruck mit Bezug auf die Respirationsbewegungen gerade umkehrt, dass der wechselnde Druck nicht von vorherrschendem Einfluss auf das Entstehen jener Schwankungen ist und selbstverständich unmöglich die Hauptursache für das Zustandekommen derselben sein kann.

Deshalb ist mir dann auch die Behauptung Schweinburg's unerklärbar. Schon nach den angeführten Untersuchungen von Rosenthal und P. Bert hätte er doch, wenn er wirklich den Intraabdominaldruck von so vorherrschendem Einfluss hielt, erwarten müssen, dass die Respirationsschwankungen sich mit Bezug auf die Respirationsphasen nach Durchschneidung der Phrenici umkehren und nicht verschwinden würden. Dass das Oeffnen der Bauchhöhle, wobei doch der Intraabdominaldruck aufgehoben wird, die arteriellen Schwankungen nicht verschwinden oder weniger ausgebreitet macht, war doch schon durch zahlreiche Experimente bewiesen; dass jedoch Oeffnen der Bauchhöhle Einfluss auf die Form jener Schwankungen haben kann, darauf habe ich schon in meiner vorigen Verhandlung über diesen Gegenstand gewiesen, aber aus ganz andern Gründen, als nämlich durch schon langes Geöffnetsein die Blutgefässe dort erweitert sind und der arterielle Blutdruck dadurch gesunken ist.

Hat denn erhöhter oder erniedrigter Intraabdominaldruck durchaus keinen Einfluss auf den arteriellen Blutdruck?

Fig. IV. stellt den Blutdruck in der rechten Carotis und rechten Cruralis eines Hundes vor, der sich durch Injection von Laudanum liq. Syd. in die rechte Jugularis in Narcose befand. Die Nn. vago-sympathici waren durchgeschnitten und Tracheotomie war verrichtet. Ein Luftkissen war auf die Rippen seitwärts vom Sternum angebracht und der Hebel des damit durch Lufttransport verbundenen Tambours gab die Respirationsbewegungen an. Ein zweiter Tambour war ebenso durch Lufttransport mit einem Luftkissen verbunden; letzteres Kissen konnte auf der Bauchwand angebracht werden; wurde alsdann mit der Hand auf dies Luftkissen gedrückt, so wurde die Bauchwand dabei eingedrückt und die Bauchhöhle also durch diesen

Druck verkleinert; das Steigen des Hebels des mit diesem Luftkissen verbundenen Tambours zeigte an, wann und wie lange auf die Bauchhöhle gedrückt wurde; beim Wiederaufheben des Druckes auf die Bauchhöhle (Wegnehmen der Hand) sank der Hebel auch wieder.

Da die Nn. vago-sympathici durchgeschnitten waren, so war die Respirationsfrequenz gering, bestand nämlich nach jeder Exspiration eine Pause, welche so lange dauerte, dass ich während derselben auf die Bauchhöhle drücken und den Effect dieses Druckes auf den Blutdruck in beiden Arterien wahrnehmen konnte.

In der Figur sehen wir bei Inspiration ein Sinken, bei Exspiration Steigen und in der Pause der Exspiration wieder langsames Sinken des Blutdruckes. Während der Respirationsbewegung also allein Capacitätscurven zufolge der schnellen Respirationsbewegung, in der Exspirationspause kommt die Stromgeschwindigkeitscurve zum Vorschein. Bei a und b ist diese Pause benutzt, um durch künstlichen Druck auf die Bauchwand die Bauchhöhle zu verkleinern. Während des Druckes sehen wir Steigung, während des Loslassens der Bauchwand Sinken des Blutdruckes, um danach, (also in der Pause nach dem Loslassen) wieder zu steigen; die alsdann sehr bald folgende Inspiration lässt dieses Steigen wieder in Sinken übergehen.

Gern wollte ich auch den Effect des anhaltenden Druckes und der Pause nach dem Wiederaufheben des Druckes untersuchen. Es ist gerade bei allen derartigen Versuchen viel mehr von Belang um zu wissen, was die Folge eines statischen Zustandes, als eines stets verändernden ist. Erst dann, wenn man die Wirkung des erhöhten oder erniedrigten Druckes kennt, kann man über den Einfluss während des Erhöhens oder Erniedrigens jenes Druckes urtheilen. Deshalb ist es auch, dass ich soviel Gewicht auf die Erscheinungen gelegt habe, welche bei der In- oder Exspiratiossuspension auftreten.

Die Pause zwischen den einzelnen Respirationen war für diesen Zweck noch zu klein. Deshalb curarisirte ich einen Hund durch Injection in die Vena jugularis nach verrichteter Tracheotomie; die Nn. vago-sympathici wurden wieder durchgeschnitten und die Respiration durch einen Blasebalg unterhalten. Seitwärts an der Trachealcanüle war eine Kautschukröhre befestigt, welche mit einem „Tambour enregistreur“ in Verbindung stand, um die Druckwechslungen in der Trachea aufzuzeichnen. Nach einigen tüchtigen Einblasungen wurde die Respiration ausgesetzt und in derselben Weise, wie in Fig. IV. auf die Bauchwand gedrückt. Fig. V. giebt uns ein Beispiel für derartige Drucke auf das Abdomen. Am Ende der Curve, bei folgendem Drucke und Loslassen, ist wieder Steigen des Blutdruckes während des Druckes, Sinken während des Loslassens anwesend; aber der erste Theil lehrt

uns die Folgen der Suspensionen kennen. Bleibt der Druck auf die Bauchwand fortwirken, so sinkt der Blutdruck und in der Pause nach dem Wiederloslassen steigt er wieder (also nach dem Sinken während des Loslassens).

Was lehren uns diese beiden Experimente[1])? Dass bei Druck auf die Bauchwand unter genannten Umständen Schwankungen im arteriellen Blutdrucke auftreten und zwar synchronisch mit den intraabdominalen Druckwechslungen, in der Carotis und Cruralis gleichförmig. Dies letztere ist von grossem Interesse. Hieraus folgt nun mit Gewissheit, dass die Wechslungen im Intraabdominaldrucke auf das Lumen der Aorta abdominalis keinen Einfluss haben, oder dann einen derartigen Einfluss, dass dieser zu gering ist, um Veränderung im Drucke in dem arteriellen System zu bewirken. Wurde doch durch den erhöhten Intraabdominaldruck (und hier war die Erhöhung viel stärker, als bei einer gewöhnlichen Inspiration) das Lumen der Aorta abd. verengert, so durfte während des Druckes der Blutdruck sowohl in der Carotis als in der Cruralis steigen, bei anhaltendem Drucke musste der Parallelismus zwischen der Carotis- und Cruraliscurve aufgehoben werden. Die Carotis würde auf ihrer erreichten Höhe bleiben, oder noch mehr steigen, die Cruralis dagegen sinken müssen. Doch wir sehen, dass der Parallelismus vollkommen bestehen bleibt. Dann erst war es mir möglich, diesen aufzuheben, wenn ich mit den Fingern so tief auf die Bauchwand drückte, dass ich die Aorta unter meinen Fingerspitzen klopfen fühlte und dann weiter drückte.

Sind die Schwankungen denn von wechselndem Drucke auf die Verzweigungen der Aorta in den Baucheingeweiden (worunter auch die Capillare einbegriffen) abhängig? Auch dann war das Sinken bei anhaltendem Drucke auf die Bauchwand, das Steigen in der Pause nach dem Loslassen nicht zu erklären. Gerade wenn solch ein grosser Theil des Gefässsystems durch diesen Druck verengert wurde, dass dadurch während dieses Druckes in den übrigen Verzweigungen der Aorta ein Steigen des Blutdruckes stattfand, so musste dies Steigen caeteris paribus nicht wieder in Sinken übergehen, wenn der Druck bestehen blieb.

Für die Erklärung der Respirationsschwankungen in dem arteriellen Blutdrucke durch wechselnden Intraabdominaldruck sind

---

1) Dieselben Resultate habe ich bei Wiederholung dieser Experimente bei noch andern Hunden erhalten.

die Resultate dieser Versuche entscheidend. Vergleichen wir nur in Fig. IV das Verhältniss des Blutdruckes bei normaler Inspiration und bei künstlichem Drucke auf die Bauchwand (in beiden Fällen wird der Intraabdominaldruck erhöht) und jenes bei normaler Exspiration mit darauffolgender Exspirationssuspension und beim Wiederloslassen der Bauchwand mit darauffolgender Pause (in beiden Fällen wird und bleibt der Intraabdominaldruck wieder bis zur Norm erniedrigt) und wir sehen, dass sowohl bei der ersten wie bei der zweiten Vergleichung die arteriellen Blutdruckschwankungen im entgegengesetzten Verhältnisse stehen. Z. B.: bei normaler Exspiration Steigung des Blutdruckes mit Sinken in der Suspension, beim Loslassen der Bauchwand ein Sinken mit Steigung in der Pause.

Wie sind nun die Schwankungen in diesen beiden Experimenten zu erklären? Wir können uns zwei Möglichkeiten denken. Erstens, dass die Schwankungen im arteriellen Blutdrucke bei diesem wechselnden Intraabdominaldrucke durch vermehrte resp. verminderte Zufuhr nach dem rechten Herzen durch Verengung resp. Erweiterung der Vena cava inf. abd. entstehen. Zweitens müssen wir wohl bedenken, dass, wenn wir, sowie in obigen Versuchen durch Druck auf die Bauchwand die Bauchhöhle verkleinern, dadurch das Zwerchfell aufwärts bewegt, die Thoraxhöhle also verkleinert, ein exspiratorischer Zustand der Lungen also hervorgebracht wird; wenn der Druck auf die Bauchwand wieder aufgehoben wird, so nimmt das Diaphragma wieder seine normale Lage an, sinkt also, und wird also eine Inspiration bewirkt. Man sah dies denn auch wirklich am Hebel, welcher die Druckwechslungen in der Trachea bei dem curarisirten Hunde anzeigte. Was also die Lungen betrifft, so findet beim Drucke auf das Abdomen und Wiederloslassen eine Exspiration mit darauffolgender Inspiration statt. Bei diesen Veränderungen im Lungenvolumen müssen also auch wieder damit übereinstimmende Veränderungen in der Lungencirculation eintreten.

Verfolgen wir nun die Veränderungen in der Lungencirculation, welche bei der Exspiration auftreten, sowie die Folgen, welche hieraus für den arteriellen Blutdruck entstehen, so wissen wir, dass unter gewöhnlichen Umständen bei der Exspiration erst Steigung und dann Sinken des Blutdruckes erfolgt, dasselbe also, was wir beim Drucke auf das Abdomen mit Anhalten jenes Druckes

wahrnehmen. Das Sinken des Blutdruckes mit folgender Steigung einer gewöhnlichen Inspiration sehen wir ebenso beim Loslassen der Bauchwand mit Pause auftreten. Die arteriellen Blutdruckschwankungen also, welche beim abwechselnden Drücken und wieder Freilassen der Bauchwand entstehen, lassen sich vollkommen aus den Folgen erklären, welche durch die dabei künstlich hervorgebrachte Ex- und Inspiration auftreten müssen.

Sehen wir nun in den Curven in Fig. V bei stets aufeinander folgendem Drücken und Loslassen ohne Pausen, bei ersterem allein Steigen, bei letzterem allein Sinken des arteriellen Blutdruckes, so kann dies die einfache Folge der Schnelligkeit sein, womit das Drücken und Loslassen stattfindet, die Schnelligkeit also, womit die künstliche Ex- und Inspiration einander folgen, wobei alsdann nur Capacitätscurven sichtbar werden. Diese Erklärung ist also mit all den genannten Erscheinungen in Uebereinstimmung.

Jedoch erinnern uns diese Erscheinungen im arteriellen Blutdruck beim Drücken auf die Bauchwand an die Versuche von Kuhn, derer ich schon oben erwähnte und wobei Kuhn fand, dass auch noch arterielle Schwankungen beim wechselnden Intraabdominaldrucke, wenn der Thorax geöffnet war, stattfanden (s. p. 21), und er glaubte, dass diese aus der vermehrten resp. verminderten Zufuhr nach dem rechten Herzen zu erklären waren. Jedoch muss man auch bei geöffnetem Thorax nicht ausser Acht lassen, dass, wenn künstlich oder durch Muskelbewegungen die Brustwand, es sei Rippen oder Zwerchfell, Bewegungen macht, die Lungen sehr leicht theilweise diese Bewegungen mitmachen. Sie kleben nämlich sehr leicht an der Brustwand fest und indem sie deren Bewegungen mitmachen, entsteht wohl sicherlich eine Ausdehnung. Bei künstlicher Respiration und geöffnetem Thorax kann man dieses Ankleben häufig wahrnehmen, und auch in diesem Falle würden dann wieder Wechslungen in der Lungencirculation stattfinden. Jedoch auch wenn man Vorsorge anwendet, dass die Lungen gut zusammengefallen sind und nicht an der Wand kleben bleiben, so sieht man bei Drücken auf die Bauchwand noch Schwankungen in dem arteriellen Blutdrucke auftreten, die dann in Verbindung mit dem Vorhergehenden von nichts Anderm abhängig sein können, als von Veränderungen im Lumen der Vena cava inf. abdominalis. Wir werden hierüber unten sofort sprechen.

Vorher wünschte ich jedoch noch eben die Fig. VI zu besprechen. Diese Figur giebt uns ein Beispiel des Blutdruckes in der linken Carotis und Cruralis bei einem curarisirten Hunde mit Blasbalgrespiration nach dem Durchschneiden des Nn. vago-sympathici. Auch hier sehen wir wieder das Parallellaufen der beiden Curven, auch hier ist wieder der Einfluss der Lungencirculation deutlich. Die Schwankungen sind hier mit Bezug auf die Ausdehnungen der Lungen gerade umgekehrt wie bei der normalen Respiration, und wir wissen, dass auch die Lungencirculation sich in ihren Veränderungen gerade umgekehrt verhält, wenn wir das normale Ausdehnen und Collabiren mit dem Aufblasen und Collabiren abwechseln. Schon früher habe ich darauf hingewiesen[1], wie man beim lebenden curarisirten Thiere mit geöffneter Bauchhöhle abwechselnd die Lungen durch Saugung (durch Ziehen am Diaphragma) und durch Aufblasen (mittelst eines Blasbalgs) ausdehnen kann, und wie sich dann in beiden Fällen die arteriellen Blutdruckschwankungen einander entgegengesetzt verhalten.

In diesem Versuche bei geschlossenem Thorax und Abdomen verhält sich der Intraabdominaldruck beim Aufblasen gleich wie bei der normalen Inspiration, aber die Schwankungen im Blutdrucke sind entgegengesetzt. Ein neuer Beweis also gegen den Einfluss des wechselnden Intraabdominaldruckes.

Schweinburg giebt, so wie wir gesehen, in seiner zweiten Abhandlung noch ein anderes Experiment, um jenen Einfluss zu beweisen, an. Verschiedene Male habe ich bei Hunden, die normal in Narkose athmeten, die Hand in die geöffnete Bauchhöhle gebracht und die Aorta abdominalis zwischen den Fingern zugedrückt. Man sieht alsdann die Curve der Cruralis schnell sinken bis zu einigen mm Hg. oberhalb der Nulllinie; die Carotis steigt. Man wartet bis zu dem Augenblicke wo dieses Steigen aufhört und sieht dann mit den Respirationen synchronische Schwankungen in dem Blutdrucke der Carotis. Ja, wenn Thorax und Abdomen beide geöffnet sind und die Aorta thoracica oberhalb des Diaphragma's zugedrückt wird, auch dann bleiben noch in dem hohen Blutdrucke der Carotis mit den Aufblasungen und Collabirungen der Lungen synchronische Schwankungen bestehen.

Aus dem Mitgetheilten erhellt, dass der wechselnde Intraabdominaldruck bei der Respiration keinen directen Einfluss auf den arteriellen Blutdruck ausübt; dass, wenn auch natürlich die Aussenwand der Aorta abd. und ihrer Ver-

1) l. c. p. 186.

zweigungen in der Bauchhöhle jene Wechslungen im Druck erleiden muss, diese Wechslungen unter normalen Umständen zu klein sind, um auch nur einigen Einfluss auf den arteriellen Blutdruck auszuüben.

Aber nicht allein bei den Wechslungen während der normalen Respiration, welche nur einige mm H_2O betragen, selbst auch bei ziemlich starkem künstlichen Drücken auf das Abdomen sahen wir, dass die Veränderungen im arteriellen Blutdrucke, die dann auftreten, unmöglich von Veränderungen im Lumen der Aorta abd. oder ihrer Verzweigungen abhangen konnten. Untersuchen wir nun, was von der Grösse der Wechslung im Intrathoracaldrucke bekannt ist, so finden wir auch dort Wechslungen, welche nicht grösser sind, als einige mm Hg[1]), welche Wechslungen deshalb ebenso wenig Einfluss haben werden auf das Lumen der Aorta thoracica, die unter normalen Umständen auch einen hohen Blutdruck hat, der wenigstens ebenso hoch ist, wie derjenige der Aorta abdominalis. Bei der normalen Respiration und dem normalen Blutdrucke wird also weder in dem Thorax, noch in dem Abdomen durch Veränderungen im Lumen der Aorta Einfluss auf den arteriellen Blutdruck ausgeübt werden.

Etwas Anderes ist der Einfluss jener Druckwechselungen auf die Venen, sowie wir schon früher besprochen mit Bezug auf den intrathoracalen Druck auf das Lumen der Venae pulm. und nun noch denjenigen des Intraabdominaldruckes auf das Lumen der Venen in der Bauchhöhle zu besprechen haben. Wir haben schon auf dasjenige hingewiesen, was von Andern hierüber gesagt ist und ich selbst kann constatiren, dass man bei einem curarisirten Hunde mit durchgeschnittenen Nn. vago-sympathici, mit geöffnetem Thorax und dessen Lungen nicht anklebten, noch Schwankungen in dem arteriellen Blutdrucke bei intraabdominalen Druckwechslungen auftreten sieht. Diese Schwankungen waren sehr wenig ausgebreitet, was bei meinem Experimente zum Theil vielleicht dem niedrigen Blutdrucke zuzuschreiben ist, welcher allmählich durch das Curare, Abkühlung etc. entstanden war. Ich sah sowohl in der Carotis, wie in der Cruralis beim Drücken auf das Abdomen

1) Siehe Donders, Beiträge in der Zeitschr. f. rat. Med., Bd. III, p. 287 und Heynsius, Ueber die Grösse des negativen Drucks im Thorax beim ruhigen Athmen. Dies Archiv, Bd. XXIX, p. 265.

etwas Steigen mit langsamem Sinken bei anhaltendem Drücken, etwas Sinken beim Loslassen der Bauchwand, um in der darauffolgenden Pause wieder sehr langsam zu steigen. Die Schwankungen im arteriellen Blutdrucke folgten nicht direct auf die Aenderung im Intraabdominaldrucke, sondern erst einige Zeit danach. Ich glaube hier wohl alle andern Momente ausschliessen zu müssen und dies wirklich als eine Folge der Veränderungen im Lumen der Bauchvenen ansehen zu dürfen. Kowalewsky[1]) hat doch schon darauf hingewiesen, wie man die Respirationsschwankungen im arteriellen Blutdrucke nachahmen kann, indem man bei Ruhezustand der Lungen abwechselnd die Vena cava zuklemmt und wieder loslässt. Ich sah auch beim Registriren des Blutdruckes in der Carotis und Cruralis beide Curven parallel sinken, wenn man bei geöffnetem Thorax und künstlicher Respiration nach Suspension des Athmens die Vena cava inf. zudrückte, und wieder parallel steigen, wenn man die Vena wieder losliess. In beiden Curven jedoch bleiben noch, auch während des Sinkens, mit den Volumenveränderungen der Lungen synchronische Schwankungen bestehen, wenn während der künstlichen Respiration die Vena cava inf. zugeklemmt bleibt.

Es sei hinreichend genug, um anzuzeigen, dass wirklich vermehrte resp. verminderte Zufuhr von Blut durch die Vena cava inf. nach dem rechten Herzen sich im arteriellen Blutdruck fühlbar macht.

Während der Respiration gibt es, so wie schon gesagt, zwei Momente, welche die Zufuhr nach dem rechten Herzen verändern. Bei der Inspiration wird die Saugung im Thorax zunehmen und sowohl auf den Blutstrom in der Vena cava inf., als auf jenen in der sup. befördernd wirken, aber durch die gleichzeitige Vermehrung im Intraabdominaldruck wird von der Vena cava inf. abd. aus das Blut nach dem Thorax getrieben werden. Es sind also zwei Gründe vorhanden, warum bei der Inspiration der Blutstrom nach dem rechten Herzen befördert wird, und da wir gesehen haben, dass die vermehrte Anfuhr nach dem rechten Herzen sich im Aortasystem bemerkbar macht, so muss diese vermehrte

---

1) N. Kowalewsky, Ueber die Einwirkungen der künstlichen Athmung auf den Druck im Aortensystem. Archiv für Physiologie von du Bois-Reymond, p. 416, 1877.

Anfuhr bei der Inspiration in der Aorta als Steigen des Blutdruckes sichtbar werden. Sie ist also ein Hülfsfaktor, um dem normalen Steigen während der Inspiration zu helfen. Wir haben doch gesehen, dass diesem Steigen gewöhnlich erst ein Sinken zufolge der Capacitätsvergrösserung der Lungengefässe vorhergeht, aber in dieser Periode wird sich die vermehrte Anfuhr nach dem rechten Herzen noch nicht in der Aorta fühlbar machen; so wie wir gesehen, muss hierfür erst eine gewisse Zeit verflossen sein. Wir dürfen den Einfluss dieser vermehrten Anfuhr nach dem rechten Herzen also ungefähr zu der Zeit erwarten, wenn sich die Stromgeschwindigkeitscurve in der Aorta zeigt.

Deutlich ist es jedoch, dass jene Vermehrung in der Zufuhr nach dem rechten Herzen nicht während der Inspiration regelmässig fortwährt, sondern die Zufuhr allmählich im Verlaufe der Inspiration wieder vermindert, um vielleicht bald vor dem Ende der Inspiration und sicher bei Inspirations-Suspension wieder dieselbe zu sein, wie bei dem Beginne der Inspiration. Jene vermehrte Zufuhr nach dem rechten Herzen durch vermehrte Saugung im Thorax und durch vermehrten Druck im Abdomen besteht doch nur während der Veränderung des Lumens der Vena cava, und nicht mehr, wenn dieses Lumen wieder constant geworden ist. Was dies anbelangt, so finden wir zuweilen noch einmal Ungenauigkeiten. So nehme mir Rollett die Bemerkung nicht übel mit Bezug auf dasjenige, was er über diesen Gegenstand in seiner Abhandlung in „Hermann's Handbuch“[1]) meldet, dass nämlich im Thorax ein negativer Druck anwesend ist, welcher also auf die darin befindlichen Organe und also auch auf die Venen wirkt. „Dagegen lastet auf der äussern Oberfläche der ausserhalb des Brustkastens gelegenen Venen der Atmosphärendruck oder ein noch etwas grösserer, da sich zu jenem die Spannung der Gewebe addirt, durch welche die Venen verlaufen. Das Blut wird also in jedem Moment gegen die Brusthöhle hin beschleunigt“ schreibt Rollett weiter. Dieses „in jedem Moment“ steht also in Beziehung zu den Adern, dass nämlich durch diesen Unterschied im Drucke auf die ausser- und innerhalb des Thorax gelegenen Adern sowohl in der Inspiration, als in der Exspiration der Blutstrom

1) Rollett, Physiologie des Blutes und der Blutbewegung. Handbuch d. Physiologie, herausgegeben von L. Hermann, Bd. IV, Th. 1, p. 330.

nach dem Thorax befördert wird. Wohl meldet Donders in seiner schon genannten Abhandlung[1]): „eine nicht unwichtige Wahrheit tritt hierbei sogleich entgegen: auch selbst bei der Ausathmung sind das Herz und die Gefässe in der Brusthöhle unter geringerem Drucke als die übrigen im Körper vertheilten Gefässe; das Venenblut wird also fortwährend nach der Brusthöhle aufgesogen"; aber Donders nennt Herz und Gefässe zusammen. Hinsichtlich der Respirationsphase wird gewiss bei der normalen Respiration die Diastole des Herzens immer durch den negativen Druck erleichtert werden, sowohl bei der In- als Exspiration, weil, sowie Donders zeigte, der negative Druck sowohl bei In- als Exspiration besteht, und insofern wird der venöse Blutstrom nach dem Herzen „fortwährend" (sowohl in der In- als Exspiration) befördert werden.

Scheiden wir jedoch die Wirkung jener Saugung auf das Herz und auf die Venen, so wird dasselbe doch für die Venen nicht gelten. Der Druck jedoch, es sei negativer oder positiver, wirkt auf die Aussenwand des Blutgefässes und nicht auf das Blut selbst. Der Druck kann dann auch nicht direct fördernd oder hindernd auf den Blutstrom wirken, sondern wohl die Veränderungen im Lumen, welche das Blutgefäss unter dem Einflusse jenes wechselnden äussern Druckes erleidet. Das Lumen eines Blutgefässes ist doch offenbar von 3 Factoren abhängig: 1. von dem Druck des Blutes auf die Innenwand, 2. von dem äusseren Druck auf die Aussenwand, 3. von der Elasticität der Wand. Lasset uns für einen Augenblick den ersten Factor als constant annehmen, so wird das Lumen verändert, z. B. grösser werden, wenn der äussere Druck abnimmt, oder eine Saugung auf der äusseren Wand ausgeübt wird, und die Vergrösserung des Lumens wird so lange dauern, bis der neue, mehr gereckte Zustand der Wand wieder Gleichgewicht mit dem neuen äussern Drucke bildet. Bleibt die vermehrte Saugung nun constant bestehen, so wird das Gefäss ein constantes Lumen behalten und das Blut einfach durch eine etwas weitere Röhre strömen. Wenn wir also den geringeren Widerstand bei der grösseren Weite des Blutgefässes ausser Acht lassen, so hat der äussere Druck durchaus keinen Einfluss mehr auf den Blutstrom, wenn jener Druck nur constant bleibt; nur

1) l. c. p. 305.

während der Veränderung jenes äusseren Druckes, während der Periode also, worin das Lumen des Gefässes grösser wurde, fand eine directe Einwirkung auf den Blutstrom statt.

Während des Erweiterns des Gefässes wird das Blut nach demjenigen Theile gesogen, welcher erweitert wird, und umgekehrt, wenn der äussere Druck vermehrt und das Lumen dadurch enger wird, so wird während jener Verengerung das Blut aus jenem Theile gepresst werden. Also nur in den Perioden des Wechselns im äusseren Druck kann man diesen Druck als eine Druck- oder Saugkraft für das Blut betrachten, jedoch nicht mehr, wenn jener äussere Druck wieder constant geworden ist.

Wenden wir dieses mechanische Princip auf die Veränderungen im Lumen der Adern im Thorax bei der Respiration an, so wird die zunehmende Saugung im Thorax während der Inspiration jene Adern erweitern und daher alsdann als Saugkraft auf das Blut wirken, welches nach jenen Adern strömt. Aber auch nur allein während der Inspiration wird dieses stattfinden. Bei Inspirationssuspension hat jene Saugkraft keinen Einfluss mehr auf den Blutstrom daselbst, nur erleidet das Blut in den einmal erweiterten Adern etwas geringeren Widerstand. Während der Exspiration, wenn die Saugkraft des Thorax wieder abnimmt, wird das Lumen der Adern dort wieder enger werden. Diese Verengerung wird natürlich nicht als Saugkraft, sondern im Gegentheil als Druckkraft auf das Blut wirken, welches in den Adern strömt. Nehmen wir nun die Schnelligkeit der In- und Exspiration für gleich und die Ausbreitung von beiden für gleich gross an, so werden die Vermehrung und die Verminderung der Saugkraft im Thorax in gleichen Zeitabschnitten entstehen und gleich gross sein, so werden die Erweiterung und die Verengerung der Adern gleich schnell stattfinden, und an Ausbreitung gleich sein und würde also der Vortheil, welchen die Inspiration dem Blutstrome der mehr peripherischen Adern nach den Adern des Thorax gewährt, vollkommen wegfallen gegen den Nachtheil, welcher bei der Exspiration entsteht. Aber die Klappen in den Adern[1]) verhindern das Zurückströmen und durch diese wird es also ermög-

1) Hierbei muss auch das Herz selbst als eine Klappe am Ende des venösen Systemes betrachtet werden.

licht, dass die wechselnde Saugkraft bei der Respiration mit Bezug auf die Adern im Thorax befördernd auf den venösen Blutstrom wirken kann. Beständen die Klappen nicht, so würde die wechselnde Saugkraft keinen Einfluss haben.

Dasselbe gilt vom wechselnden Intraabdominaldrucke, wo das Verengen der Venen während der Inspiration das Blut nach dem rechten Herzen hinpresst, weil das Zurückströmen durch die Klappen unmöglich ist; auch hier würde ohne Klappen die Druckwechslung nicht befördernd auf den Blutstrom nach dem Herzen wirken können. Der wechselnde intrathoracale und intraabdominale Druck wirken also beide auf die Adern als Druck- und Saugpumpe, welche Pumpenwirkung durch die Klappen im Adersystem möglich gemacht wird.

Bei Vermehrung des Intraabdominaldruckes während der Inspiration werden also die Adern dort etwas enger und das Blut während dieser Verengerung nach dem rechten Herzen gepresst; bleibt jedoch der vermehrte Intraabdominaldruck bestehen, und also auch die Verengerung der Adern, so wird also das Blut durch engere Röhren strömen, mehr Widerstand erleiden und die Blutmenge, welche nach dem rechten Herzen strömt, abnehmen müssen. Bei Inspirationssuspension können wir also erwarten, dass nicht allein die Blutmenge, die nach dem rechten Herzen strömt, wieder dieselbe wie beim Beginne der Inspiration wird, sondern selbst geringer wird, also ein Grund mehr, weshalb dann endlich und zuletzt in dieser Inspirationssuspension der Blutdruck in der Aorta wieder sinken wird (s. p. 28).

Müssen wir also dem wechselnden Intraabdominaldruck unter normalen Umständen allen directen Einfluss auf den arteriellen Blutdruck ganz absprechen, so wird dennoch durch den Einfluss, welchen dieser wechselnde Druck auf den venösen Blutstrom hat, indirect auf den Druck im Aortensystem eingewirkt, und kommt während der normalen Inspiration die vermehrte Zufuhr nach dem rechten Herzen der gewöhnlichen Steigung in dem arteriellen Blutdruck (Stromgeschwindigkeitscurve) zu Gute.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I.

Sämmtliche Figuren sind die durch das Registriren des Blutdruckes in der Carotis und Cruralis des Hundes mittelst des Ludwig'schen Registrirungsapparates erhaltenen Curven.

Alle Figuren sind dem Blutdruck bei normaler Circulation nach Durchschneidung der Nn. vago-sympathici entnommen. Die obere Curve *Ca* ist die Blutdruckcurve der Carotis, die darunter folgende *Cr* die der Cruralis; die Linie *N* ist eine horizontale Linie, welche eine gewisse Anzahl mm oberhalb der Nulllinie des Registrirmanometers der Carotis, eine andere Anzahl mm oberhalb der Nulllinie des Registrirmanometers der Cruralis liegt; die untere Curve *S* gibt die Zeit an; jede horizontale Abtheilung ist eine Secunde.

Die Curven laufen alle in der Richtung des Pfeils, also von der rechten nach der linken Seite.

Um Raum zu ersparen, ist die Curve der Respirationsbewegungen oder der Drücke auf das Abdomen weggelassen; anstatt dieser ist auf jeder der Curven *Ca*, *Cr*, *N* und *S* der Anfang und das Ende jeder Respirationsphase oder Druckphase durch eine senkrechte Linie angegeben.

J. bezeichnet Inspiration.
E. „ Exspiration.
EP. „ Exspirationspause.
A. „ Aufblasung.
C. „ Collabirung.
D. „ Druck auf die Bauchwand.
F. „ Wiederloslassen der Bauchwand.
DP. „ Anhalten des Drucks auf die Bauchwand.
FP. „ Pause nach dem Wiederloslassen der Bauchwand.

Fig. I. Blutdruck in der linken Carotis und Cruralis eines Hundes von 5 kgr Gewicht, in Morphine- und Chloroformnarcose mit durchschnittenen Nn. vago-sympathici und geöffneter Trachea. *N* liegt 53 mm oberhalb der Nulllinie der Carotis, und 67 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ± 176 mm Hg, in der Cruralis ± 168 mm Hg.

Fig. II. Blutdruck desselben Hundes wie in Fig. I, aber nachdem ausserdem die Nn. phrenici durchgeschnitten waren. *N* liegt 56 mm oberhalb der Nulllinie der Carotis und 70 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ± 184 mm Hg, in der Cruralis ± 176 mm Hg.

Fig. III. Blutdruck desselben Hundes wie in Fig. II, aber nachdem dazu noch die Bauchhöhle geöffnet war. *N* liegt 57 mm oberhalb der Null-

linie der Carotis und 71 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ± 176 mm Hg. und in der Cruralis ± 168 mm Hg.

Fig. IV. Blutdruck in der rechten Carotis und Cruralis eines Hundes von 10 kgr Gewicht, welcher durch Injection von Laud. liq. Syd. in die rechte Jugularis sich in Narcose befand; die Nn. vago-sympathici waren durchgeschnitten und die Trachea geöffnet. In den Pausen zwischen den einzelnen Respirationen wurde auf die Bauchhöhle gedrückt. *N* liegt ?[1]) mm oberhalb der Nulllinie der Carotis, 75 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ? mm Hg, und in der Cruralis ± 200 mm Hg.

Fig. V. Blutdruck in der linken Carotis und Cruralis eines curarisirten Hundes von $6^1/_4$ kgr Gewicht. Die Respiration wurde nach Durchschneidung der Nn. vago-sympathici bei geschlossenem Thorax und Abdomen mittelst eines Blasebalges unterhalten. Die Curven sind von einem Theile genommen, wo die Respiration suspendirt war und nun Drücke auf die Bauchwand ausgeübt wurden. *N* liegt 52 mm oberhalb der Nulllinie der Carotis, 68 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ± 176 mm Hg, und in der Cruralis ± 168 mm Hg.

Fig. VI. Blutdruck in der linken Carotis und Cruralis eines curarisirten Hundes von 21,5 kgr Gewicht, mit durchschnittenen Nn. vago-sympathici, geschlossenem Thorax und Abdomen und Blasebalgrespiration. *N* liegt 52 mm oberhalb der Nulllinie der Carotis, 67 mm oberhalb der der Cruralis. Mittlerer Blutdruck in der Carotis ± 180 mm Hg, in der Cruralis ± 172 mm Hg.

---

1) Durch Umstände ist die Nulllinie des Manometers der Carotis bei dem Versuche fehlerhaft bestimmt, und kann also der mittlere Blutdruck nicht in Zahlen angegeben werden.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

Ueber die Ursachen der Bewegung der Ernährungsflüssigkeiten im thierischen Körper.

Von

C. Hasse.

Meine Studien über die vergleichende Anatomie des Knorpels, Knochens und des Bindegewebes, welche ich in einer Anzahl von Abhandlungen und Werken[1]) niedergelegt habe, haben mich immer wieder vor die Frage gestellt, in welcher Weise durchsetzt die Ernährungsflüssigkeit diese Gewebe, wie werden dieselben von den Nährsubstanzen durchzogen, auf welchen Wegen werden die Abfallsprodukte des Stoffwechsels fortgeschafft und welche Kraft setzt die Flüssigkeit in Bewegung? Ist letztere eine einfache, oder kommen mehrere ins Spiel, und wenn das der Fall ist, wirken sie alle in dem gleichen Maasse?

Für die Blutflüssigkeit liegen ja die Verhältnisse ziemlich klar; allein was die lymphatische, die seröse Flüssigkeit betrifft, und diese stellt ja die Hauptmasse der Ernährungsflüssigkeit des thierischen Körpers dar, und die Wege, welche sie einschlägt, bilden den Hauptbestandtheil der Ernährungswege überhaupt, so meine ich sind nicht alle Faktoren bei der Bewegung genügend in Rechnung gezogen und von den Physiologen genau gegeneinander abgewogen. Jedenfalls erscheint es mir nicht ganz unzeitgemäss von dem Standpunkte des Morphologen aus den einschlägigen Fragen näher zu treten, und wenn ich auch durchaus nicht den Anspruch erhebe, überall wesentlich Neues zu bringen,

1) Morphologisches Jahrbuch, Bd. 2, 3, 4. — Morphologie und Heilkunde, 2. Aufl., 1880. — Das natürliche System der Elasmobranchier. Allgemeiner und Besonderer Theil. Jena 1879—82.

so möchte doch die Behandlung nach morphologischen Gesichtspunkten nicht ganz fruchtlos sein, um so weniger, weil ja namentlich auch für den praktischen Arzt diese Fragen eine hohe Bedeutung besitzen.

Ist die Bewegung der Blutflüssigkeit, eine Bewegung in bestimmter unveränderlicher Richtung, bei allen Thieren mit einem Gefässröhrensystem, sei dasselbe ausgedehnt oder nicht, offen oder geschlossen, vor allen Dingen durch die Bewegung des Herzmuskels bedingt, so gesellt sich dieser Triebkraft bei den höheren lungenathmenden Thieren die Respiration durch die Lungen, richtiger die Aktion der Thorakalmuskeln hinzu. Diese Circulationsursachen gelten auch für die Strömung der Lymphe bei denjenigen Thieren, welche ein Lymphröhren- oder Lymphgefässsystem besitzen und werden oftmals verstärkt durch die Thätigkeit von an dem letzteren ausgebildeten propulsatorischen Centren (Lymphherzen).

Es lässt sich nun aber nicht verkennen, dass sich zu diesen Bewegungsursachen noch weitere gesellen, wenn diese auch weniger für den centrifugalen, als für den centripetalen, rückführenden Blut- und Lymphstrom Bedeutung besitzen. Das ist die Aspirationswirkung nicht des Herzens und der Brustmuskeln allein, sondern sämmtlicher Körpermuskeln, genauer ausgedrückt der contraktilen Elemente der Muskelzellen, seien dieselben glatt oder quergestreift, willkührlich oder unwillkührlich.

Gehen wir nun von der Thatsache aus, dass die Muskelzellen im thierischen Körper von einander isolirt sind, und dass sich gleichzeitig mehrere derselben zusammenziehen, wie das ja innerhalb der Muskelfasern, Muskelbündel und Muskeln die Regel ist, so werden bei der Zusammenziehung die zwischen ihnen befindlichen Räume in den Ebenen, die senkrecht auf den Verkürzungsrichtungen stehen, enger, erweitern sich dagegen in denselben Ebenen bei der Erschlaffung. Alles, was nun diese Zwischenräume erfüllt, wird bei der Zusammenziehung der Muskelsubstanzen einen Druck in der angegebenen Richtung erfahren. Sind diese Ausfüllungsmassen verschiedener Art, so wird der Druck namentlich seine Wirkung auf die leichter verdrängbaren ausüben. Dazu gehört vor allen Dingen das Blut, welches sich in den zwischen den Muskelbestandtheilen liegenden Gefässen befindet.

Das Blut muss in demselben Augenblicke verdrängt werden, wo die Räume anfangen sich zu verkleinern, jedoch nur unter der

Voraussetzung, dass der Druck, unter dem das Blut steht, nicht dem Drucke, welcher die Muskelfasern bei der Zusammenziehung ausüben, das Gleichgewicht hält oder gar denselben übertrifft. Das ist bei den zuführenden Gefässen, bei den Arterien mehr oder minder der Fall, nicht dagegen bei den Kapillaren, den Venen beziehungsweise den Lymphgefässen und in diesen werden dem entsprechend das Blut und die Lymphe verdrängt. Das geschieht jedoch nur in einer Richtung des intermuskulären Raumes und zwar in der, welcher der Lage des propulsatorischen Centrum, des Herzens entspricht, aus dem einfachen Grunde, weil bei der Erschlaffung, der Erweiterung desselben, ganz abgesehen von der Athmung, eine Druckschwankung in dem zu dem Herzen gehenden Abschnitte des Gefässsystems entsteht. Damit werden die dem Herzen näher liegenden Abschnitte der intermuskulären Räume loci minoris resistentiae, gegen die der Gefässinhalt getrieben werden muss.

Was nun für die einzelnen Muskelzellen gilt, das gilt ebenso für die Fasern, Bündelchen, Bündel, Muskeln und Muskelgruppen. Jede Zusammenziehung der Muskeln einer Extremität wird das Blut und die Lymphe durch Druck auf die zuführenden Gefässe zum Herzen befördern, dem vom Herzen kommenden unter hohem Druck stehenden Strome jedoch kein wesentliches Hinderniss bereiten, jede Erschlaffung der Muskeln wird aber nothwendig eine erweiternde Wirkung auf die Kapillaren, Venen und Lymphgefässwandungen ausüben und somit die arterielle Triebkraft des Herzens unterstützen, die Füllung der rückführenden Gefässe durch Aspiration sichern.

Die tägliche Erfahrung lehrt ja, dass körperliche Bewegung, je ausgiebiger dieselbe in allen Theilen des Körpers und innerhalb der normalen Grenzen geschieht, den Blutumlauf sowohl, wie den Lymphabfluss fördert.

Diese Verhältnisse sind ja nichts wesentlich Neues und ich bin weit entfernt zu glauben, dass mit dem so eben auseinandergesetzten Einfluss der Zusammenziehung der Körpermuskulatur, nicht blos der Herz- und Athmungsmuskeln auf den Blut- und Lymphstrom ein hohes Verdienst erworben wäre, aber es mussten diese Auseinandersetzungen allen Untersuchungen über die Bewegungsursachen der serösen Ernährungsflüssigkeiten des thierischen Körpers vorangehen.

Sieht man nun schärfer hin und fasst man die Bewegungsmomente der Flüssigkeit des Gefässsystems näher ins Auge, so sieht man sofort, dass es eigentlich nur ein Moment ist, welches die Bewegung bedingt. Das ist die Muskelthätigkeit, die Muskelzusammenziehung und Erschlaffung, die Verkürzung und Verlängerung der contraktilen Zellen. Sie liegt ja der Herzaktion ebenso gut, wie der Athmung und den meisten Bewegungen des vielzelligen Thierkörpers zu Grunde. Ist das nun der Fall, so ist es für den Morphologen leicht weitere Folgerungen zu ziehen.

Das sogenannte geschlossene Gefässsystem der höheren Thiere (Herz, Arterien, Venen, Blutgefässcapillaren mit den Lymphcapillaren und den Lymphgefässen) hat sich wie jedes Organ und Organsystem erst allmählich gebildet, es lagen einfachere Organisationen zu Grunde.

Die Beobachtung lehrt, dass das geschlossene Gefässsystem in allen Theilen aus dem offenen niederer Thiere (Würmer etc.) hervorgegangen ist. Bei diesem strömt das Blut allerdings in Röhren, welche mindestens ein propulsatorisches Centrum (Herz) besitzen, allein dieselben öffnen sich in Räume ohne scharf umgränzte Wandung (Leibesräume, Pericardialräume) und der Inhalt strömt aus diesen wieder in die Röhren zurück. Wie verhält es sich nun in diesem Falle mit der Triebkraft, der Circulationsursache? Auch hier ist es vor allen Dingen die rhythmische Bewegung der contraktilen Elemente des oder der Herzen, allein die Bewegung wird ebenso wie bei den Thieren mit einem vollkommen geschlossenen Gefässsystem von sämmtlichen übrigen motorischen Apparaten des Körpers in der vorhin auseinandergesetzten Weise bedingt. Es tritt kein neues Moment hinzu.

Nun wissen wir aber weiter aus der Morphologie, dass das sogenannte offene Gefässsystem der niederen Thiere ebenfalls wieder einen Vorläufer hat, und das ist, abgesehen von dem eigenartigen Wassergefässsystem, das wandungslose, parenchymatöse, lacunäre oder seröse Ernährungssystem (Coelenteraten etc.), wobei sich die Ernährungsflüssigkeit in intercellularen Räumen (Safträume, Saftcanälchen) oder in weiteren Lücken, Spalten etc. (seröse Spalten, Lymphspalten, seröse Säcke, Leibeshöhlen, Pericardialhöhlen etc.) befindet, ohne dass dieselbe durch ein propulsatorisches Centrum, ein Herz in bestimmten Richtungen in Bewegung gesetzt wird. Wie wird hier die so nothwendige Bewegung, das Zu- und

Abströmen von den Zellelementen bewirkt? Abermals durch die Zusammenziehung der Körpermuskulatur, regelmässig dann, wenn die Zusammenziehung der Körpermuskulatur regelmässig geschieht, was selten der Fall ist, im anderen Falle, also bei dem Mangel eines rhythmisch sich bewegenden Körpertheiles, regellos und ungleichmässig. Freilich kommt nun noch ein Bewegungsmoment hinzu und das ist die amöboide Bewegung der Zellen des Körpers, welche selbstverständlich einen Einfluss auf die Grösse und Ausdehnung der intercellularen Räume, die wandungslosen Ernährungsbahnen haben muss. Diese kann bei vollkommener Ruhe der Körpermuskulatur die Fortbewegung der Ernährungsflüssigkeit auf kleineren Territorien sichern.

Aber auch dieses Ernährungssystem des thierischen Körpers ist, wie die Beobachtung lehrt, nicht das Primäre. Bei den einzelligen Thieren erfolgt die Ernährung auf dem Wege der Imbibition der Ernährungsflüssigkeit. Die Molecularräume des Körpers spielen hier die Hauptrolle. Ist denn nun aber auch bei diesen Thieren die Bewegung der Ernährungsflüssigkeit von und zu den Bestandtheilen des Thierleibes in besonderer Weise gesichert? Freilich. Wir sehen ja bei vielen einzelligen Thieren die sogenannten contraktilen Blasen auftreten, wir sehen Hohlräume kommen und verschwinden, bald immer an einer Stelle, bald an den verschiedensten Orten. Dadurch wird die Körperflüssigkeit angesogen und wieder ausgestossen, allein selbst wo diese contraktilen Blasen, deren Wandung aus contraktilem Protoplasma besteht, fehlen, ist unzweifelhaft die Bewegung der Ernährungsflüssigkeit, abgesehen von der Molekularattraktion, gesichert und zwar durch die amöboide Beweglichkeit des Körpers, durch die Fähigkeit des thierischen Protoplasma sich in den verschiedensten Richtungen des Raumes zusammenzuziehen und auszudehnen. Da nun die Muskelbewegung nur eine besondere Abart der Bewegung des Protoplasma überhaupt ist, so ist also die Bewegungsursache der Ernährungsflüssigkeit des thierischen Körpers, abgesehen von der Molecular- und Oberflächenansaugung, in der Contraktilität des Protoplasma zu suchen.

Wozu nun aber diese Auseinandersetzungen über die Entstehung des Gefässsystems? Der Werth derselben wird in demselben Augenblicke einleuchten, wo wir bedenken, dass bei den Menschen und den höheren Wirbelthieren das Blut- und Lymph-

gefässsystem nicht allein das Ernährungssystem des Körpers darstellt, dass die Ernährungsflüssigkeit an die zelligen Elemente nicht blos auf dem Wege der geschlossenen Gefässbahnen herantritt.

Die Morphologie lehrt uns, dass die geschlossenen Gefässe sogar sehr selten die einzelnen Zellen versorgen (Leberzellen), dass die Ernährungsflüssigkeit hier gewöhnlich an die Zellen auf dem Wege der Imbibition einer die Zellen verbindenden Kitt- oder Intercellularsubstanz (Epidermis, Knorpel, Muskelmembranen, endotheliale und epitheliale Häute) herantritt oder auf dem Wege der Intercellularräume (Saftlücken, Saftcanälchen, Saftspalten, seröse Spalten). Wenn nun auch diese cellulare Ernährungsflüssigkeit keine Zellelemente, wie das Blut und die Lymphe enthält, so ist sie doch nichts desto weniger diesen gleichwerthig und bildet sogar den überwiegenden Bestandtheil der Gesammtmasse der Ernährungsflüssigkeit des Körpers.

Hat sich nun, und die Entwicklungsgeschichte des befruchteten Eies zur Keimblase, beziehungsweise zur Keimscheibe und den Organanlagen lehrt es, dass die früheren Auseinandersetzungen richtig sind, das Gefässsystem des Menschen und der höheren Thiere aus dem der einzelligen Organismen zu dem wandungslosen, serösen Ernährungssystem anderer vielzelliger Thiere und schliesslich zu dem eigentlichen Gefässsystem entwickelt, ohne dass selbst bei den Menschen irgend eine der Ernährungsweisen und der Ernährungswege aus dem Körper verschwindet, nun dann versteht es sich von selber, dass das einheitliche Bewegungsmoment, die Contraktilität des Protoplasma, trete dasselbe als amöboide, oder als regelmässige Muskelbewegung auf, stets und überall beibehalten werden muss. Abgesehen von der Molecularbeziehungsweise der Oberflächenansaugung ist die Bewegungsursache der Ernährungsflüssigkeit bei dem Menschen dieselbe, wie bei den einzelligen Thieren.

Somit muss denn auch selbstverständlich die Bewegung der in den Saftkanälchen, den Saft- oder serösen Räumen befindlichen Flüssigkeit von der Bewegung des Zellprotoplasma der Umgebung abhängig sein, und da wir nun wissen, dass die amöboide Beweglichkeit der zu Geweben zusammentretenden Zellen bei den höheren Thieren auf ein Minimum heruntergedrückt oder ganz aufgehoben ist, so muss die modificirte Zellbewegung, die Muskelbewegung an die Stelle treten, und auf der Muskelbewegung muss vorzugsweise

die Flüssigkeitsbewegung in den serösen Abschnitten des Gefässsystemes beruhen, wie das neben der Molecular- und Oberflächenansaugung in allen anderen Abschnitten auch der Fall war; die besondere Wirkung der Herzbewegung tritt dabei in den Hintergrund, weil ja die serösen Räume nicht wie bei den Thieren mit offenem Gefässsystem sich in das Blut- oder Lymphgefässsystem öffnen. Somit bleiben wesentlich nur die übrigen Körpermuskeln und Muskelelemente übrig, zwischen denen und an denen sich ja die Safträume, Saftlücken, Saftkanälchen in weiterer oder geringerer Ausdehnung finden.

Das leuchtet ohne Weiteres überall da ein, wo sich die serösen Räume zwischen Muskeln und Muskelbestandtheilen in weichem, nachgiebigen Gewebe befinden, es ist aber auch dort der Fall, wo sich zwischen und an Muskeln die festen so gut wie uncomprimirbaren Theile des Körpers, die Skelettmassen, Knorpel und Knochen heranschieben.

Der Knorpel in seinen verschiedenen Formen wird auf dem Wege der Imbibition der Kittsubstanzen, welche in gleichmässiger Weise die mit den Zellen zusammenhängenden Fibrillen der Grundsubstanz verbinden, ernährt, und diese Imbibitionsfähigkeit der Knorpelgrundsubstanz sichert in vollkommenster Weise die Raschheit und Ausgiebigkeit des Hineindringens der Ernährungssubstanzen. Allein auch das Herausdringen ist gesichert und zwar, wie ich mich überzeugt halte, durch Vermittelung der Saftkanäle oder Safträume des umgebenden, bindegewebigen, weichen Perichondrium, an welches sich entweder Muskeln mit ihren Fascien anlehnen, oder an welches sich Muskelfasern direkt oder indirekt anheften. Ziehen sich die Muskeln zusammen oder erschlaffen dieselben, so wird sowohl bei einer Anlagerung, als bei einer Anheftung derselben an das Perichondrium das Saftraumsystem innerhalb desselben nothwendig verändert, je nachdem erweitert oder verengt, ganz abgesehen von der gleichen Wirkung auf die Blutgefässe.

Die seröse Flüssigkeit, welche sich in diesen Räumen befindet, muss also entweder aspirirt oder an andere Orte verdrängt werden, und im ersteren Falle bei der Erweiterung der Saftlücken können wir voraussetzen, dass dadurch das Austreten der imbibirten Ernährungsflüssigkeit des Knorpels in dieselben bewirkt wird.

Einfacher noch gestaltet sich die Sache bei den Knochen.

Auch bei diesen lehnen sich Muskeln an das Periost oder setzen sich direkt oder indirekt an dasselbe an. Sie müssen deswegen auf die Safträume der Beinhaut denselben Einfluss ausüben, wie bei der Beinhaut des Knorpels. Da nun aber aller Grund vorliegt anzunehmen, dass das seröse Kanalsystem des Knochens, das System der Knochenkanälchen, welches die Ernährungsflüssigkeit in Folge der Oberflächenansaugung erfüllt, mit den Safträumen des Periostes in Verbindung steht, so ist das Abströmen der serösen Ernährungsflüssigkeit aus dem starren Knochen durch die Aktion der Skelettmuskulatur in vollkommener Weise gesichert.

Dasselbe gilt auch meines Erachtens für die Gelenkflüssigkeit, für die serösen Flüssigkeiten der Bauch-, der Brust-, der Pericardialhöhle, sowie der vorderen Augenkammer. Durch die Bewegung der Gelenkmuskeln, der Muskeln an der Bauchwand, des Zwerchfells, des Herzens und des Ciliarmuskels werden luftleere Räume erzeugt, in welche hinein die serösen Flüssigkeiten gesogen werden, um von da in der nächsten Phase wieder andere Orte aufzusuchen.

Das Thermotonometer.

Von

A. Gruenhagen.

Hierzu Tafel II und III.

Das Instrument, auf welches ich die Aufmerksamkeit der Fachgenossen zu lenken beabsichtige, ist zwar schon bei einer früheren Gelegenheit in diesem Archiv[1]) Gegenstand einer kurzen Beschreibung gewesen, darf aber gegenwärtig auf eine ausführlichere Beschreibung Anspruch erheben nicht nur, weil es im Laufe der Jahre

1) Dies Archiv, 1874, Bd. IX, p. 399.

wesentliche Vervollkommnungen erfahren hat, sondern auch, weil es in seiner jetzigen Gestalt zum Studium einer ganzen Reihe neuer Erscheinungen auf dem Gebiete der Muskelphysiologie ausgezeichnete Dienste leistet. Ich habe dem von mir ersonnenen Apparat den Namen des Thermotonometers gegeben und habe mittelst desselben gewisse Beobachtungen, die mir unter seiner Anwendung an lebenden Muskeln aufgestossen waren, durch die Herren Samkowy[1]), Hurwitz[2]), Biernath[3]) und Pfalz[4]) näher verfolgen und veröffentlichen lassen.

Die Einrichtung des Apparates ist am genauesten in den Dissertationen von Hurwitz und von Pfalz dargelegt und von letzterem auch durch einen Holzschnitt verdeutlicht worden. Bei der geringen Verbreitung, welche solchen Gelegenheitsschriften naturgemäss zukommt, dürfte aber ein blosser Hinweis auf dieselben nicht genügen, um so weniger, als es mir wünschenswerth erscheint, der Beschreibung des Instrumentes einen kurzen Bericht über einige seiner wesentlichsten Leistungen hinzufügen. Hiermit dürfte alles gesagt sein, um die vorliegende Abhandlung vor dem Vorwurfe einer überflüssigen Wiederholung ausreichend zu schützen, obwohl dieselbe thatsächlich nichts enthält, was nicht bereits in den genannten Dissertationen und nach einem Vortrage von mir in den Protokollen des Londoner internationalen medicinischen Congresses[5]) gefunden werden könnte.

Das Thermotonometer (Fig. 1, Taf. II) hat die Bestimmung, sowohl den unter Einwirkung veränderter Wärmezufuhr wechseln-

1) Samkowy, Ueber den Einfluss verschiedener Temperaturgrade auf die physiologischen Eigenschaften der Nerven und Muskeln. Dissertation. Berlin 1875. Vgl. ferner: Dies Archiv, 1874, Bd. IX, p. 399 und 1875, Bd. X, pag. 165.

2) Hurwitz, Ueber die Reflexdilatation der Pupille. Inaugural-Dissertation. Erlangen 1878.

3) Biernath, Ueber die Irisbewegung einiger Kalt- und Warmblüter bei Erwärmung und Abkühlung. Dissertation. Leipzig 1882.

4) Pfalz, Ueber das Verhalten glatter Muskeln verschiedener Thiere gegen Temperaturdifferenzen und elektrische Reize. Inaugural-Dissertation. Königsberg 1882.

5) Transactions of the international medical Congress. London 1881. Vol. I, p. 269. Ueber den Einfluss der Wärme auf die glatte Musculatur der Warm- und Kaltblüter.

den Spannungszustand verschiedener Gewebe, namentlich der musculären und der elastischen, nachzuweisen und graphisch zu fixiren, als auch die Erregbarkeitsverhältnisse und die Reactionsarten zarter musculärer Substanzen, besonders diejenigen der glatten Musculatur, unserer Beobachtung zugänglich zu machen. Es besteht aus einem in der Mitte durchbohrten, aus Messingblech gefertigten und an einer vertikalen Eisenstange (st. Fig. 1, Taf. II) verschieblich angebrachten Teller (t) und zwei auf diesen concentrisch zu einander aufgesetzten oben und unten offenen Glascylindern (c und d) von ca. 12 und 15 cm Höhe. Die centrale Oeffnung des Tellers sowohl als auch die durch die Glascylinder begrenzten Flächen desselben sind von aufgelötheten ca. 3 cm hohen Metallringen umgeben, sodass man jederzeit in der Lage ist, den Boden der von den beiden Glascylindern umschlossenen Räume mit einer dünnen Wasserschicht übergiessen zu können. Der von dem inneren kleinen Glascylinder (d) umgrenzte Raum, in welchen die zu untersuchenden Gewebe eingebracht werden, ist oberwärts durch einen Messingdeckel (e) verschliessbar, dessen Fläche excentrisch von zwei mit Röhrenaufsätzen versehenen Oeffnungen durchbohrt wird, die eine zur Einführung eines Thermometer (th), die andere (z), wenn dieselbe nicht absichtlich durch einen Pfropf unwegsam gemacht wurde, zur Einführung von Gasarten oder Giftlösungen bestimmt. Unterhalb, und zwar genau centrisch, trägt der Deckel ein kleines Metallhäkchen zum Aufhängen der Prüfungsobjecte. In den Boden des zwischen beiden Glascylindern gelegenen Aussenraumes ist eine am freien Ende geschlossene, schwach gekrümmte Messingröhre (f), sowie ein mit Hahn versehenes Abflussrohr (g) eingesetzt. Genau unterhalb der centralen Oeffnung des Metalltellers (t) steht auf der gusseisernen Fussplatte (pl), von dieser durch eine isolirende Zwischenscheibe aus Hartgummi getrennt, eine kleine hohle Metallsäule (h), in deren Achse vermittelst einer Mikrometerschraube (i) ein stählerner Stift (k) vertical auf- und abwärts bewegt werden kann. Letzterer trägt am freien oberen Ende eine Metallgabel, zwischen deren Zinken das aus Aluminium gefertigte kurze Anfangsstück (a) eines Hebelarms auf Stahlspitzen leicht beweglich schwebt. Die Mitte dieses Anfangsstücks ist genau entsprechend einer Lothlinie, welche man sich vom Deckelcentrum gefällt zu denken hat, behufs Aufnahme einer aus feinem Aluminiumdraht gebogenen Oese durchlöchert; vorderes und hinteres Ende

enthalten je einen kurzen der Hebelachse parallel verlaufenden Bohrgang, in deren vorderen ein dünner langer Glasfaden (gl) als Indicator der Hebelausschläge, in deren hinteren ein kurzer ösenartig gekrümmter (p) behufs Befestigung von Aequilibrationsgewichten mittelst Schellack eingekittet wird. Die grosse Leichtigkeit dieser Hebelvorkehrung in Verbindung mit der erheblichen (200 mm) Länge des Zeichenarms bedingt und erklärt, dass selbst ungemein schwache Hubkräfte sehr beträchtliche Ausschläge verursachen. Die graphische Fixirung derselben erfolgt an einer mit feinberusstem Papiere überzogenen Trommel von 780 mm Umfang bei einer Drehungsgeschwindigkeit von 500 bis 600 mm in der Stunde.

Das zu untersuchende Gewebe wird nun einerseits an ein kurzes S-förmig gebogenes Platinhäkchen je nach Bedarf entweder festgebunden oder an demselben aufgehakt und mittelst dieses erst an dem Häkchen des Messingdeckels (e) aufgehängt, andererseits auf entsprechende Art durch ein ähnlich geformtes, aber erheblich längeres, aus feinstem Aluminiumdraht gefertigtes mit der Aluminiumöse des Zeichenhebels in Verbindung gesetzt. Zwei Klemmschrauben (ll), welche die eine an der Metallsäule (h), die andere an dem Metalldeckel (e) angebracht sind, gestatten endlich die Befestigung von Leitungsdrähten, um constante oder Inductionsströme den im Innenraum des Thermotonometers suspendirten Gewebstheilen zuzuführen. Wird jetzt das geschlossene Ende der Röhre f durch eine Spiritus- oder Gasflamme erhitzt, so erwärmt sich zunächst das in der Röhre befindliche Wasser, sodann in Folge der nunmehr eintretenden Ausgleichströmungen das den Boden des Aussenraumes (ra) bedeckende und schliesslich unter Vermittlung der gut leitenden Metallmasse dasjenige des Innenraumes (ri). Nothwendigerweise muss hierbei aber auch die Temperatur dieses letzteren selbst zunehmen, während durch die gleichzeitig aufsteigenden Wasserdämpfe jeder Eintrocknung des aufgehängten Gewebes auf das Wirksamste vorgebeugt ist. Entfernung des erhitzten Wassers durch die Abflussröhre (g) und Ersatz derselben durch kaltes oder noch besser durch Eisstücke, mit denen auch die Oberfläche des Metalldeckels (e) zweckmässig bedeckt wird, verursacht hinwiederum schnellen Temperaturabfall.

Unter den Ergebnissen, welche mit Hülfe des Thermotonometers erzielt worden sind, will ich hier nur einige wenige her-

vorheben und da, wo es nöthig erscheint, durch Mittheilung der von dem Apparat gezeichneten Curven veranschaulichen. Es gelingt zunächst ohne Schwierigkeit die Contractionen sehr schwacher und zarter Muskelapparate in deutlich wahrnehmbare Hebelbewegungen umzusetzen. Abgesehen von den dünnen Ringen der Irissphincteren, worüber schon früher von mir und Samkowy[1]) in diesem Archiv Bericht erstattet wurde, glückt es auch von der eingespannten und auf 28—38° C. erwärmten Ciliarportion unter Ausschluss der Sphinctermusculatur bei Durchsendung electrischer Schläge eine deutliche Verkürzung in radiärer Richtung zu erzielen. Dies gilt, wie in der Dissertation von Hurwitz gezeigt worden ist, unbedingt von den normalen Iriden der Kaninchen und Katzen, nicht aber von denjenigen der grossen Wiederkäuer, deren Ciliarportion auf electrische Reizungen absolut reactionslos bleibt. Die Ciliarportion der Kanincheniris verliert ihr Contractionsvermögen indessen gänzlich, wenn mindestens 5 Tage vor dem Versuche die Exstirpation des obersten Halsganglion ausgeführt worden ist, während der Katzeniris dieses Vermögen selbst nach dem erwähnten operativen Eingriff dauernd verbleibt.

Diese Versuche sind von Wichtigkeit, wenn man sich erinnert, dass die Pupille der Wiederkäuer ebenso wie diejenige der Kaninchen und Katzen auf Reizung des Halssympathicus sich erweitert, und dass die Pupille der letztgenannten beiden Thierarten selbst nach Entfernung des gangl. suprem. n. sympath. immerhin noch reflectorisch durch Erregung beliebiger sensibler Nervenbahnen zu einer deutlichen Dilatation veranlasst werden kann. Denn es folgt aus ihnen, dass die musculäre Contractilität des Ciliartheiles der Iris keineswegs als eine nothwendige Voraussetzung für jede auf Nerven- oder Sympathicusreizung eintretende Pupillendilatation angesehen werden darf. Ohne hier auf die Frage nach Art und Lage des musculären Gewebes näher einzugehen, dessen Anwesenheit der Ciliarportion der Iris vieler Thiere eine eigene Contractilität verleiht, glaube ich doch hervorheben zu müssen, dass ich die Existenz eines besonderen Dilatator pupillae nach wie vor für alle Augen in Abrede stelle, und dass die gegentheiligen Behauptungen einiger Anatomen und Histologen aus vielfach von mir erörterten histologischen Gründen auf ganz irrigen Auffassungen beruhen.

1) Vgl. dies Archiv, 1874, Bd. IX, p. 399 und 1875, Bd. X, p. 165.

Ich wende mich jetzt einer zweiten Gruppe von Erscheinungen zu, welche erst durch das Thermotonometer einer exacten Untersuchung zugänglich gemacht worden sind, ich meine die auffälligen Verkürzungs- und Verlängerungsvorgänge, welche das lebende, und zwar nur das lebende, glatte Muskelgewebe unter dem Einflusse allmählich eintretender Temperaturwechsel wahrnehmen lässt.

Samkowy hatte gezeigt, dass die glatte Musculatur der Warmblüter sich in dieser Beziehung anders verhält als diejenige der Kaltblüter. Denn während die erstere in den von ihm untersuchten Fällen sich bei Erwärmung bis auf gewisse Temperaturgrade anfänglich verkürzte, um dann bei weiterem Temperaturwachsthum mehr und mehr zu erschlaffen, bei Abkühlung hinwiederum in ganz entsprechendem Sinne zunächst sich verkürzte, um von einem gewissen Temperaturgrade ab bei gesteigerter Abkühlung sich dagegen zu verlängern, sah er allmähliche Erwärmung bei der letzteren nur Erschlaffung und allmähliche Abkühlung nur Verkürzung erzeugen. Ganz neuerdings ist nun von Pfalz nachgewiesen worden, dass auch das warmblütige Thier über glatte Muskeln (detrusor vesicae) verfügt, welche des von Samkowy beobachteten Verkürzungsstadiums bei Erwärmung innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen gänzlich ermangeln und sich also ganz wie glatte Muskeln kaltblütiger Thiere verhalten. Man gelangt somit zu dem sehr bemerkenswerthen Ergebniss, dass die verschiedenen glatten Muskeln ungeachtet ihrer vielleicht freilich nur scheinbaren histologischen Gleichartigkeit keineswegs physiologisch gleichartige Bildungen zu sein brauchen, wie dies übrigens am anschaulichsten aus den beigefügten Curven Fig. 2 und 3 Taf. III hervorgeht, von denen die erste die Dehnungszustände des sphincter pup. vom Kalbe, die zweite diejenigen des Detrusor vesicae der Maus während einer Temperaturvariation von 14° C. bez. 15,5° C. zu 36° C. bez. 40° C. und umgekehrt innerhalb eines Zeitraums von ca. 30—40 Minuten darstellt.

Den geschilderten Verhältnissen begegnet man, wie kaum hervorgehoben zu werden braucht, lediglich an der lebenden Musculatur nicht aber an der todten und, wie es scheint, überhaupt nur im glatten Muskelgewebe. Denn ausser der Wärmecontraction lebender quergestreifter Muskelsubstanz, über welche Schmulewitsch[1]) zuerst berichtete, und von welcher auch Samkowy be-

1) Schmulewitsch, Wiener Jahrbücher 1868, Bd. XV, p. 3; Journal

stätigend zeigte, dass sie ein continuirlicher mit der Erwärmung fort und fort sich steigernder Vorgang ist, existirt nur noch ein Gewebe, welches mit hoher Empfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen begabt ist, das elastische, und von diesem ist bereits durch Roy[1]) gezeigt worden, dass dasselbe innerhalb der hier naturgemäss in Betracht zu ziehenden Temperaturgrade (ca. 0 bis 45° C.) bei Erwärmung sich verkürzt, bei Abkühlung erschlafft. Ganz gleichgültig für den schliesslichen Effect ist ferner der Zeitpunkt, zu welchem man das Versuchsobject dem getödteten Thiere entnimmt, die Frage, ob todt oder lebendig, wird bezüglich des elastischen Gewebes ganz bedeutungslos. Ein Stück Arterienwand, irgendwie zwischen den Häkchen des Thermotonometers befestigt, — am besten in Ringform aufgehängt, — giebt die nämlichen Curven, mag dasselbe einige Minuten oder mehrere Tage nach erfolgtem Tode dem Thier- oder Menschenleibe entnommen worden sein. Die beigefügte Curve Fig. 4, Taf. III stammt von einem der Quere nach abgetragenen Ringe der Kalbsaorta, ca. 5 Stunden nach erfolgter Tödtung.

Endlich möge hier noch zwei anderer Thatsachen gedacht werden, deren Kenntniss ich der Anwendung des Thermotonometers verdanke. Die eine ist die von Pfalz näher untersuchte rhythmische Contraction der Froschblase, die andere der für gewisse glatte Muskeln gelungene Nachweis, dass electrische Reizung derselben eine Verlängerung, eine active Elongation, wie ich diesen Vorgang genannt habe, auslösen kann.

Die rhythmischen Contractionen der Froschblase werden ihrer Erscheinung nach durch die Curve Fig. 5, Taf. III erläutert. Sie kommen, wie der directe Versuch gelehrt hat, nicht durch Vermittlung der Ganglienzellen der Blasenwand zu Stande. Denn sie treten den Beobachtungen von Pfalz zufolge auch in solchen Stücken des Detrusor vesicae auf, welche bei der mikroskopischen Untersuchung frei von allen Nervenzellen gefunden werden.

Die active Elongation, über deren Vorkommen am Sphincter pup. der Katze bereits früher in diesem Archiv von mir und Samkowy[2]) Bericht erstattet wurde, hat Pfalz nun auch für den

de l'anatomie et de la physiologie, 1868, p. 27; Compt. rendus, 1869, T. LXVIII.

1) Roy, The elastic properties of the arterial wall. Cambridge 1880.

2) Gruenhagen und Samkowy, Dies Archiv, 1875, Bd. X, p. 165.

Sphincter pup. des Kalbes ausser Zweifel gestellt und hierbei ausserdem noch gezeigt, dass Atropin, welches man dem im Thermotonometer aufgehängten Muskelringe durch die Röhre z Fig. 1 mittelst eines gestilten in Atropinlösung getauchten Haarpinsels zuführt, den ordinären Reizeffect des elektrischen Tetanisirens, die Contraction, aufhebt, während der extraordinäre, die Elongation, nach der Vergiftung nur um so reiner zu Tage tritt. Die Curve Fig. 6 und 7 Taf. III geben von diesem Verhalten des Kalbssphincters ein getreues Bild.

So ist denn durch den eben beschriebenen Apparat, wie man sieht, nicht nur ein neues Hülfsmittel zur Demonstration äusserst schwacher Bewegungskräfte gewonnen, sondern auch eine Reihe neuer Erscheinungen aus Licht gezogen worden, welche für die Muskelphysiologie und namentlich für die Theorie der Erschlaffungsnerven (nervi erigentes und vasodilatatores) von Wichtigkeit zu werden versprechen. Es würde mich freuen, wenn ich in dem Thermotonometer[1]) ein dauerndes Inventarstück des physiologischen Rüstzeuges geschaffen hätte.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III.

Fig. 2. Curve gezeichnet von einem Sphincter pup. eines Kalbes, 5 Stunden nach Tödtung des Thieres. Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten Celsius-Grade. Die Gesammtcurve entspricht einem Zeitintervall von ca. 30 Min. Belastung 0,08 gr.

Fig. 3. Curve gezeichnet von einer gleich nach der Tödtung ausgeschnittenen Harnblase einer weissen Maus. Die beigeschriebenen Zahlen bedeuten Celsiusgrade. Belastung 0,08 gr.

Fig. 4. Die Curve ist gezeichnet von einem schmalen Ringstücke einer Kalbsaorta, 5 Stunden nach erfolgter Tödtung des Thieres. Die angeschriebenen Zahlen bedeuten Celsiusgrade. Die Theilstriche der Abscisse markiren je 4 Min. Belastung 0,68 gr.

---

1) Mechanikus Wipprecht in Königsberg i./Pr. liefert das Instrument für 75 Mark.

Fig. 5. Curve gezeichnet von einer Froschblase. Man sieht die rhythmischen Contractionen ausgedrückt während einer Anfangs wachsenden, dann wieder abnehmenden Temperatur, zugleich aber auch die Längenzunahme bei der Erwärmung, die Verkürzung bei der Abkühlung. Die Theilstriche der Abscisse markiren je 5 Minuten. Belastung 0,08 gr.

Fig. 6. Die Curve rührt von einem auf 32° C. erwärmten Kalbssphincter her. Die mit * bezeichneten Punkte entsprechen den Momenten elektrischer Reizung, das gleich darauf eintretende plötzliche Ansteigen der Curve der jedesmal erfolgten Muskelverkürzung, der späterhin verzeichnete jähe und tiefe Abfall der Curve dem regelrechten Erschlaffungsvorgange in Verbindung mit dem activen Vorgange der Elongation, welche letztere allmählich in ca. 2 Min. schwindet wie die Curvenstücke ab, ab.. lehren. Auf der Curvenabscisse markiren die Theilstriche je 2 Min. Belastung 0,28 gr.

Fig. 7. Die Curve ist von einem atropinisirten, auf 36,5° C. erwärmten Kalbssphincter gezeichnet. Die electrische Reizung ruft das erste Mal eine schwache Verkürzung hervor, welche bei der Wiederholung des Versuchs in ** fehlt. Beide Male tritt als Folge der Reizung aber eine starke Elongation ein. Die Theilstriche der Curvenabscisse markiren je 5 Min. Belastung 0,08 gr.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Universität Jena.)

Versuche über die Entwickelung des Hühner-Embryo bei beschränktem Gaswechsel.

Von

Dr. **Carl Düsing.**

Hierzu Tafel IV.

Die bis jetzt in nicht geringer Anzahl angestellten Versuche zur Ermittelung des Einflusses einer beschränkten Gas-Absorption und -Exhalation auf die Entwickelung des Embryo im Hühnerei haben zu widersprechenden Ergebnissen geführt. Ich habe daher theils durch Wiederholung früherer theils durch Anstellung neuer

Experimente — im physiologischen Laboratorium des Herrn Prof. Preyer — diese Fragen zu entscheiden gesucht, welche für die Physiologie des Embryo wie für die Respirationslehre überhaupt von besonderer Wichtigkeit sind.

Ich werde zunächst eine kurze Uebersicht über die früheren Versuche geben, welche über die Athmungsbeschränkung des Hühnchens im Ei angestellt worden.

Die ersten Versuche stellte Réaumur[1]) in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts an. Er entdeckte, dass gefirnisste Eier sehr lange aufbewahrt bleiben können, ohne in Fäulniss überzugehen. Wurden solche Eier der Bebrütung ausgesetzt, so entwickelten sich keine Hühnchen. Als er aber ein gefirnisstes und einen Monat aufbewahrtes Ei wieder reinigte, erhielt er einen (allerdings monströsen) Embryo.

Später kam Erman zu entgegengesetzten Resultaten. Er legte Eier auf eine Metallplatte, füllte eine Glasglocke mit Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlensäure und stülpte diese mit grosser Geschwindigkeit (*celerrime*) über die Eier. Der Rand der Glocke wurde dann eingegypst. Trotzdem fand eine Entwickelung statt[2]).

Dem Originalbrief Erman's an Oken (1810 geschrieben, 1818 veröffentlicht)[3]) entnehme ich nur die folgenden Behauptungen:

„1. Während der Bebrütung in verschlossenen Gefässen findet keine Absorption weder der atmosphärischen Luft noch des Sauerstoffgases statt; auch wird kein Gas dabei erzeugt.

2. Unbefruchtete Eier erleiden während der Bebrütung den nämlichen Gewichtsverlust als diejenigen, worin sich ein Junges ausbildet.

3. Das Ueberfirnissen des stumpfen Theils des Eies, wodurch während der ganzen Bebrütung das Eindringen der Luft in diese Region verhindert wurde, schadete der Entwickelung des Fötus nicht im mindesten; zum Beweis, dass die Luft, die sich in der Regel daselbst ansammelt, keinen wesentlichen Respirationsprocess einleitet.

4. Unbefruchtete Eier im Sauerstoffgas bebrütet zeichnen sich

---

1) *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, 1736, Bd. 36, p. 42.

2) Diese Beschreibung ist der Dissertation von Schwann entnommen. (*De necessitate aëris etc.* Berlin 1834.)

3) Isis. 1818, Tom. I, p. 122.

in keiner Hinsicht vor denen aus, die in atmosphärischer Luft derselben Temperatur ausgesetzt wurden.

5. Unbefruchtete Eier in Sauerstoffgas während der Bebrütung gesperrt erscheinen nach 21 Tagen ebenso frisch, als wenn man sie in atmosphärischer Luft bebrütet hätte."

Mit Ausnahme des ersten sind diese Sätze theilweise richtig und Erman ist jedenfalls der erste, der die betreffenden Beobachtungen gemacht hat. Um so mehr ist zu wundern, dass er seine andern Versuche so wenig exact anstellte und keine Einzelheiten veröffentlichte.

Man kommt auf die Vermuthung, dass die Experimente zur Begründung obiger nur in einem Privatschreiben mitgetheilten Behauptungen nicht völlig ausreichten.

Viborg[1]) wiederholte diese Versuche, indem er Gas durch die Glocke leitete und einen bessern Verschluss mittelst Colophonium herstellte. Bei Anwendung von Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlensäure trat keine Entwickelung ein. Bei den Experimenten von Erman musste also eine genügende Menge Sauerstoff durch den Gyps gedrungen sein.

Der Satz, dass der Zutritt der atmosphärischen Luft zur Entwickelung des Hühnchens nothwendig sei, wurde noch fester begründet durch die vorzüglichen Versuche von Schwann[2]). Mit Hülfe der Luftpumpe wurde das luftdicht verschlossene Gefäss, in welchem die Eier enthalten waren, mit andern Gasen gefüllt und in den Brütofen gestellt. Aus den Versuchen geht hervor, dass in Wasserstoffgas, Stickstoffgas und im luftleeren Raume die Entwickelung wohl beginnt, aber sehr bald stehen bleibt. Im Kohlensäuregas trat überhaupt keine merkbare Entwickelung ein. Bei den in Wasserstoffgas bebrüteten hörte diese um die fünfzehnte Stunde auf, die Lebensfähigkeit erlosch aber erst zwischen der 24. und 30. Stunde, denn, wenn die Eier nach 24 Stunden in atmosphärischer Luft weiter bebrütet wurden, so war doch noch eine Entwickelung möglich.

---

1) Abhandlungen für Thierärzte und Oekonomen. Bd. IV, p. 445 ff. (Diese Angabe ist der Dissertation von Schwann entnommen.)

2) *De necessitate aëris atmosphaerici ad evolutionem pulli in ovo incubito.* Berl. 4. 1834 (Dissertation) und Müller's Archiv für Physiologie, 1835, p. 121. (Auszug.)

Trotz dieser Versuche wurde die Nothwendigkeit des Luftzutritts noch einmal bezweifelt. Towne[1]) überzog mehrere frische Eier mehrmals mit eingedicktem Eiweiss, bis die Schalen wie lackirt erschienen, und überklebte sie sogar noch mehrmals mit in Eiweiss getränktem Papier, bis sie mit einer hornartigen Schicht überdeckt waren. Die Eier wurden in Zwischenräumen geöffnet und zeigten eine vollständig normale Entwickelung des Embryo bis zum 21. Tage. Er glaubte hieraus schliessen zu dürfen, dass das Hühnchen sich ohne Luftzufuhr von aussen doch entwickeln könne.

Die Unrichtigkeit dieses Schlusses wurde hierauf durch John Marshall[2]) bewiesen. Zunächst zeigte er, dass der von Towne angewandte Ueberzug nicht luftdicht schliesst. Eine nach Towne's Vorgang mehrmals mit Eiweiss überzogene Eischale klebte er luftdicht auf einen Cylinder und tauchte diesen in Quecksilber. Beim Heben und Senken zeigte sich, dass der Spiegel im Innern nicht constant blieb, dass also in Folge der Druckdifferenz Luft durch die Schale durchgepresst wurde. Eine Untersuchung mittelst der Lupe ergab, dass der Eiweissüberzug sehr viele kleine Risse zeigte.

Ferner überzog Marshall ein frisches Ei mit Kalbsdarm, bestrich es mit Leim und legte es in Olivenöl. Das so präparirte Ei zeigte im Brütofen keine Entwickelung. Die Nothwendigkeit des Luftzutrittes war also definitiv festgestellt.

Indessen bleibt es doch ein höchst überraschendes Resultat, dass ein vollständig mit Eiweiss überzogenes Ei, auch wenn dieses noch so viele Risse zeigte, sich vollständig normal entwickeln konnte. Unzweifelhaft war die Athmung durch den Ueberzug doch stark behindert.

Nachdem so durch Marshall noch einmal bewiesen worden war, dass bei gänzlicher Verhinderung der Athmung eine Entwickelung unmöglich ist, handelte es sich darum zu untersuchen, welchen Erfolg wohl eine theilweise Beschränkung des Luftzutritts haben würde. Die ersten dementsprechenden Versuche wurden von Baudrimont und Martin-Saint-Ange[3]) angestellt. Je-

1) *On the Incubated Egg, Guy's Hospital Reports*, Bd. IV, p. 385, nach Schmidt's Jahrbüchern. 3. Suppl.-Bd., 1842, p. 17 u. 18.

2) *London med. Gaz.*, 1840, XXVII (resp. I), Th. II, p. 242. Marshall: *On the changes in the blood of the animals during embryonic life.*

3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3. Reihe, Bd. XXI, 1847, p. 195:

doch sind diese nicht zahlreich und die Schlussfolgerungen nicht immer richtig.

Von drei Eiern, deren Luftkammer gefirnisst war, zeigte nur eins einen Embryo von wenig Tagen.

Drei Eier, deren Luftkammer frei und deren übriger Theil gefirnisst war, wurden am siebenten Tage geöffnet und enthielten lebende anscheinend normale Embryonen.

Man zog hieraus den Schluss, dass die Möglichkeit der Entwickelung wenigstens im Anfang nur abhängig sei von dem Freisein der Luftkammer, was ich als falsch nachweisen werde.

Zwei Eier wurden der Länge nach zur Hälfte gefirnisst und so in den Brütofen gelegt, dass die gefirnisste Seite oben war. Diese zeigten am neunten Tage nur Spuren der Entwickelung.

Zwei Eier wurden ebenso behandelt, aber so gelegt, dass die untere Seite die gefirnisste war. Sie wurden am neunten Tage geöffnet. Der eine Embryo war sieben Tage alt geworden und zeigte keine Allantois. Der zweite war lebend und wohl entwickelt; die Allantois hatte sich seitlich entwickelt und nur da ausgedehnt, wo die Schale nicht vom Firniss bedeckt war. Auch dieses habe ich nicht bestätigt gefunden.

Ein auf der ganzen Oberfläche gefirnisstes Ei zeigte eine beginnende Entwickelung, es enthielt einen todten Embryo. Es ist dieses nur ein Beweis für die Unbrauchbarkeit des Firnisses.

Aehnliche Versuche stellte Dareste[1]) an. Leider gibt er nie an, wie viel Eier er auf die eine oder andere Weise behandelt hat; auch fehlen die Angaben, an welchem Tage er dieselben öffnete.

In Eiern, deren stumpfes Ende gefirnisst war, fanden sich lebende Embryonen, welche normal erschienen. Die entgegenstehende Behauptung von Baudrimont und Martin-Saint-Ange ist also falsch. In diesen Eiern hatte sich die Allantois anstatt nach der Luftkammer zu, nach einem nicht gefirnissten

---

Recherches sur les phénomènes chimiques de l'évolution embryonnaire des Oiseaux et des Batraciens.

1) *Annales des sciences naturelles*, 1855, Serie IV, Zoologie, Tom IV, p. 119. Dareste: *Mémoire sur l'influence qu'exerce sur le développement du poulet l'application partielle d'un vernis sur la coquille de l'oeuf.*

Ein Auszug findet sich auch in den

Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de Biologie. Bd. II, Serie II, 1855, p. 158—160.

Theile der Schale hin entwickelt. Er fügt folgende Worte hinzu: *Est ce le résultat d'une action mécanique ou physique, ou bien ne pourrait-on penser qu'elle serait produite par une détermination instinctive du poulet? On sait que depuis longtemps M. Paul Dubois a attribué à une détermination instinctive du foetus la fréquence des présentations de la tête dans les accouchements.*

In Eiern, welche am fünften Tage der Bebrütung am stumpfen Ende gefirnisst wurden, starben die Embryonen stets, weil die Allantois sich dann an die Luftkammer anlegt und mit Hülfe derselben athmet.

Wurde das stumpfe Ende später gefirnisst, so war dies ohne Einwirkung auf die Entwickelung, da die Allantois sich schon weiter unter der Schale ausgedehnt hatte. Diese Angaben habe ich nicht bestätigt gefunden.

Ein Firnissen des spitzen Endes ergab verschiedene Resultate. Einige Eier entwickelten sich, andere nicht.

Bei späteren Experimenten[1]) firnisste Dareste die Eier vollständig mit Stiefelwichse (*vernis à chaussure*) oder bestrich sie mit Collodium und fand am zweiten und dritten Tage noch lebende Embryonen. Setzte er die Bebrütung fort, so starb das Thier stets.

Dareste stellte bereits Theorien auf, um die Entwickelung ohne Luftzutritt zu erklären. Auch giebt er eine geschichtliche Uebersicht über alle Märchen von lebendiggebärenden Vögeln, bei denen sich die Eier in den Eileitern also ohne Luftzutritt entwickelt hatten.

Spätere Untersuchungen lehrten ihn aber, wie sehr er sich in seinen Schlüssen geirrt hatte.

Es zeigte sich nämlich, dass Stiefelwichse nicht im Stande ist einen luftdichten Abschluss zu liefern.

Zunächst brachte er gefirnisste und gewöhnliche Eier in Wasser (er sagt nicht, ob er entgastes genommen hatte) unter den Recipienten der Luftpumpe. Alle entwickelten Luftblasen, aber die

---

1) *Annales des sciences nat.* 1861, Serie IV, Zoologie, Tome XV, p. 5. *Recherches sur l'influence qu'exerce sur le développement du poulet l'application totale d'un vernis ou d'un enduit oléagineux sur la coquille de l'oeuf.*

Auszüge finden sich in den

Comptes rendus des séances de la société de Biologie. 1857, Tome IV, Série II, p. 99: *Note sur l'influence* . . und l. c. p. 117: *Note complémentaire.*

gefirnissten weniger rasch. Der Luftdruck entsprach 4 mm Barometerstand, während derselbe im Ei dem einer Atmosphäre gleich war.

Wegen dieser starken Druckdifferenz innerhalb und ausserhalb des Eies hielt er diese Versuche nicht für maassgebend.

Ein unmittelbar nach dem Legen gefirnisstes und bebrütetes Ei zeigte später eine Luftkammer.

Die von Dareste angewandten Materialien waren also nicht geeignet einen vollständigen Luftabschluss herzustellen.

Ebenso unzuverlässig ist der Firniss, welchen Baudrimont und Martin-Saint-Ange anwandten; denn auch sie fanden in einem vollständig gefirnissten Ei einen Embryo von einigen Tagen.

Dareste fand aber ein besseres Mittel in dem Oel (*huile à bruler ordinaire*). Dies lässt keinen Sauerstoff durch, sondern absorbirt ihn, indem es ranzig wird.

Ein mit Oel bestrichenes Ei zeigte niemals eine Spur von Entwickelung bei künstlicher Bebrütung, wohl aber trat diese ein bei natürlicher.

Die brauchbarsten Resultate aber erhielt er auf folgende Weise. Er bestimmte den Gewichtsverlust gefirnisster Eier während der Bebrütung. Gänzlich mit Collodium bestrichene Eier wog er im Anfang und nach fünf Tagen und berechnete aus der Differenz den täglichen Verlust. Er erhielt folgende Zahlen:

Ei.	Täglicher Gewichtsverlust.
1	0,270 gr
2	0,196 „
3	0,249 „
4	0,189 „
5	0,270 „

Nur im ersten Ei hatte die Entwickelung begonnen.

Ferner prüfte er den Gewichtsverlust gefirnisster Eier bei gewöhnlicher Temperatur. Für solche im Naturzustande hatte er die tägliche Abnahme zu 0,03 bis 0,05 bestimmt.

Zwei mit Oel bestrichene wurden im Anfang und nach sieben Tagen wieder gewogen und der tägliche Verlust betrug:

No. 1: 0,009 gr.
No. 2: 0,008 gr.

Folgende Eier wurden nach 3 Tagen wiedergewogen.

	Natürliche Eier	Mit Collodium	Mit Stiefelwichse	Mit Oel bestrichen
Täglicher Verlust	0,056	0,032	0,034	0,003
	0,047	0,034	0,033	0,013
Mittel	0,051	0,033		0,008

In neuerer Zeit hat L. Gerlach[1]) Untersuchungen über die Wirkung einer Athmungsbeschränkung des Hühnchens angestellt. In der Absicht Doppelmissbildungen hervorzurufen wurde das ganze Ei gefirnisst mit Ausnahme einer kleinen Stelle über der Keimscheibe. Es zeigten sich viele Bildungsanomalien. Die normal gebildeten Embryonen aber waren sämmtlich in der Entwickelung zurückgeblieben.

Die neuesten Versuche sind die von Gerlach und Koch[2]), welche in Folge der Athmungsbeschränkung durch theilweises Ueberfirnissen der Schale Zwergembryonen erhielten.

Diese Forscher hatten den grössten Theil des Eies gefirnisst und nur einen mehr oder weniger grossen Fleck freigelassen. Die Entwickelung hatte daher nur in den ersten Tagen der Bebrütung stattgefunden.

Mir dagegen kam es darauf an zu prüfen, wie stark die Beschränkung des Luftzutritts sein kann, bei der noch eine Entwickelung möglich ist. Vor allem musste eine gleichmässige Vertheilung der Athmungsbeschränkung herbeigeführt werden, da sonst die Störung eine zu grosse ist. Es wurden daher keine zusammenhängenden, grösseren Strecken impermeabel gemacht, sondern nur kleinere Stellen auf der ganzen Oberfläche des Eies.

Eine gleichmässig vertheilte Beschränkung des Luftzutritts wurde auf sehr verschiedene Weise hergestellt. Bei den ersten Versuchen wurden einzelne Eier mit einer Schale bedeckt, oder einseitig liegen gelassen, oder es wurden mit *Gummi arabicum* Kreise oder concentrische Ringe bestrichen, oder Stückchen Pergamentpapier auf das Ei mittelst Gummi geklebt. Indessen können

1) Sitzungsberichte der physikalisch-med. Soc. zu Erlangen, 1881, 13. Heft, p. 5. Gerlach: Ueber die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen beim Hühnchen.

2) Biologisches Centralblatt, 2, 1882—1883, p. 681. L. Gerlach und H. Koch, Ueber die Production von Zwergbildungen im Hühnerei auf experimentellem Wege.

diese Ueberzüge nicht als vollständig undurchlässig gelten. Die folgenden Eier wurden daher mit Asphaltlack (Präparatenlack) bestrichen, der zum luftdichten Verschluss mikroskopischer Präparate dient.

Zunächst mag erwähnt werden, auf welche Weise ich mich davon überzeugte, dass dieser Lacküberzug eine genügende Impermeabilität besitzt. Die bereits erwähnte Art und Weise wie Marshall diese Untersuchungen anstellte, ist nicht ganz zuverlässig, weil man eine Eischale kaum so fest auf einen Glascylinder kleben kann, dass nicht etwas Luft neben derselben vorbeigehen könnte.

Besser erschien die von Dareste angewandte Methode die Eier in Wasser unter den Recipienten zu bringen. Es wurde ausgekochtes und mit einer Oelschicht bedecktes Wasser verwandt. Die nicht gefirnissten Eier entsandten von ihrer Oberfläche, namentlich aber vom stumpfen Pol aus einen Strom von grossen Luftblasen. Die gefirnissten indessen bedeckten sich nur mit einem Ueberzug von feinen Bläschen, die sich nicht ablösten. Bei einzelnen lackirten Eiern stieg indessen doch von einer bestimmten Stelle ein Strom von Bläschen auf. Es liess sich jedoch stets nachweisen, dass hier der Lack fehlte. Beim Bestreichen hatte sich dort vielleicht ein Luftbläschen gebildet. Es kommt dies sehr häufig vor und die lackirten Eier mussten erst wiederholt revidirt werden. Oder der Lack war hier infolge des innern Druckes abgesprungen.

Da die von Dareste gefirnissten Eier Luftblasen entwickelten, während die lackirten sich nur mit feinen Bläschen bedeckten, so geht hieraus hervor, dass der Präparatenlack seinen Zweck besser erfüllt, als Stiefelwichse.

Der starke innere Druck bedingt indessen ganz unnatürliche Verhältnisse. Ich griff daher zu der besten Methode, die Dareste ebenfalls anwandte und bestimmte den Gewichtsverlust der lackirten Eier während der Bebrütung.

Wie schon angegeben zeigten die von Dareste mit Collodium bestrichenen Eier einen Verlust, der ungefähr zwei Drittel von dem normaler Eier betrug. Die mit Präparatenlack bestrichenen Eier verloren indessen nur ein Zehntel von dem Verlust gewöhnlicher Eier. Hieraus geht hervor, dass Lack einen besseren Verschluss liefert als Collodium, dass aber auch dieser nicht vollständig im Stande ist die Wasserverdunstung zu verhindern.

Um die auf diese Weise erhaltenen Zahlen richtig beurtheilen zu können, war es auch nöthig zu erfahren, ob nicht vielleicht der auf die Schale gestrichene Lack selbst einen täglichen Gewichtsverlust zeigt, der die gewonnenen Zahlen ungenau machen könnte. Ein ausgeblasenes Ei wurde lackirt. Die trockene Schaale wog 4,665 gr; dieselbe mit noch flüssigem Lack bedeckt wog 5,600 gr; 25 Stunden später wog sie 5,445 gr; nach weiteren 24 Stunden 5,430 gr und endlich nach 24 Stunden wieder 5,430 gr. Der Lack war also am dritten Tage vollständig getrocknet und verlor dann nicht mehr merklich an Gewicht. Eine zweite Schale mit halbtrockenem Lack wog 5,500 gr; nach 4 Tagen wog sie 5,460 gr und nach weiteren 5 Tagen abermals 5,460 gr, endlich nach ferneren 7 Tagen wieder 5,460 gr.

Eine dritte Schale wog lackirt 6,030 gr; nach 25 Stunden wog sie 5,930 gr; 2 Tage und 23 Stunden später 5,880 gr und 5 Tage später wieder 5,880 gr.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass der Lack, wenn er einmal trocken ist, nicht mehr merklich an Gewicht innerhalb mehrerer Tage verliert.

Zwei Eier wurden vollständig lackirt und der Bebrütung ausgesetzt, sie zeigten folgende Gewichte:

Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewichte.
0	0	52,085	0	0	49,147
1	22	51,947	1	3	49,070
3	1	51,895	3	6	48,975
5	4	51,814	5	3	48,905
7	1	51,740	7	2	48,811
9	0	51,660	9	3	48,723
11	1	51,581	12	4	48,630
14	2	51,456	16	3	48,480
18	1	51,340	20	3	48,340

Wie man aus diesen Zahlen ersieht ist der tägliche Gewichtsverlust im Anfang etwas grösser als später, weil der Lack verdunstet. Vom dritten Tage an ist er weniger veränderlich; er schwankt beim ersten Eie zwischen 0,0293 und 0,0424 (Durch-

schnitt 0,0365), beim zweiten zwischen 0,0306 und 0,0489 (Durchschnitt 0,0373).

Wenn der Gewichtsverlust natürlicher Eier während der Bebrütung täglich durchschnittlich 0,5 gr beträgt (Minimum 0,38, Maximum 0,58)[1]), so zeigte das erste Ei nur 7,30 %, das zweite nur 7,46 % des normalen Verlustes. Bei den von Dareste geprüften Eiern schwankt die Gewichtsabnahme zwischen 0,189 und 0,270 gr, der Durchschnitt beträgt 0,2348 gr oder 46,96 % des normalen, also fast die Hälfte.

Der Gewichtsverlust bei gewöhnlicher Temperatur war ebenfalls weitaus geringer bei lackirten Eiern als bei den von Dareste mit Collodium oder Stiefelwichse bestrichenen. Zur Controle bestimmte Dareste auch den Verlust natürlicher unbebrüteter Eier, fand ihn aber etwas zu niedrig, nämlich pro Tag zu 0,056 und 0,047 gr, während ihn Pott und Preyer[2]) im Minimum 0,065, im Maximum 0,10 und im Mittel 0,08 gr fanden. Dareste begnügte sich mit zu wenig Wägungen (im November 1857) und die Eier waren nicht frisch. Ein ganz lackirtes Ei zeigte bei gew. Temperatur folgende Gewichtsverluste:

Dauer des Liegens. Tage.	St.	Gewicht.
0	0	53,440
2	3	53,410
3	4	53,392
10	3	53,252
14	3	53,210
19	3	53,160

Der tägliche Verlust war also durchschnittlich 0,0142 gr, während die von Dareste gefirnissten Eier 0,032 gr an Gewicht verloren.

Dareste glaubte in dem Oel ein ausgezeichnetes Mittel gefunden zu haben, welches jeden Luftzutritt verhindere. Solche mit Oel bestrichene Eier zeigten bei künstlicher Bebrütung keine Ent-

1) Pott und Preyer, Ueber den Gaswechsel und die chemischen Veränderungen des Hühnereies. Dies Archiv, Bd. XXVII, 1883, p. 320.

2) l. c. p. 327.

wickelung, auch war ihr Gewichtsverlust bei gewöhnlicher Temperatur ein sehr geringer. Ich prüfte dieses Verfahren und fand bei einem total mit Olivenöl bestrichenen Ei, dessen Oelüberzug stets wieder erneuert wurde, folgende Gewichtsverluste während der Bebrütung. Ein zweites wurde ebenso mit Oel bestrichen und bei gewöhnlicher Temperatur liegen gelassen.

Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.	Dauer des Liegens. Tage.	St.	Gewicht.	Aenderung in 24 Stunden.
0	0	57,120		0 o. Oel.		56,205	
1	22	56,716	0,2108	0 m. Oel.		56,213	+0,0080
2	16	56,715	0,0014	1	2	56,255	+0,0388
3	18	56,697	0,0166	2	2	56,270	+0,0150
4	20	56,675	0,0203	3	2	56,283	+0,0130
5	19	56,668	0,0073	4	2	56,286	+0,0030
6	20	56,664	0,0038	5	2	56,282	—0,0040
7	20	56.608	0,0560	6	2	56,280	—0.0020
8	20	56,596	0,0120	9	1	56,265	—0,0051
9	20	56,580	0,0160	13	1	56.250	—0,0037
12	19	56,500	0,0270	18	1	56,240	—0,0020
16	19	56,380	0,0300				
21	19	56,260	0,0240				

Vor dem Wägen wurden die Eier mit einem Tuche abgewischt, sodass stets möglichst dieselbe Menge Oel während der Wägung aussen am Ei haftete. Das an der Luft liegende Ei nahm zuerst an Gewicht zu und vom 4. Tage an zeigte es erst einen Verlust. Hieraus geht hervor, dass das Oel in das Ei hineinzieht und dessen Gewicht vermehrt. Nachdem eine bestimmte Quantität eingedrungen ist, scheint dieser Process nicht mehr weiter fortzuschreiten. Wenn aber das Oel in das Ei hineinzieht, so ist dieses von Dareste so sehr gepriesene Mittel gänzlich unbrauchbar.

Damit in Uebereinstimmung steht der Gewichtsverlust des Eies in der Bebrütung. Dieser war anfangs, solange noch Oel in das Ei hineinzog, gering, und wurde später grösser. Ebenso erklärt sich der geringe Gewichtsverlust, den Dareste erhielt. Er begnügte sich mit zwei Wägungen.

Wenn Dareste fand, dass mit Oel bestrichene Eier sich nicht bei künstlicher, wohl aber bei natürlicher Bebrütung entwickelten, so ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass er in letz-

terem Falle den Oelüberzug nicht erneuerte, was doch durchaus nöthig ist, wenn das Ei dauernd mit einer dünnen Schicht von Oel bedeckt bleiben soll. Namentlich im Anfang, so lange das Oel noch in das Ei hineinzieht, ist dieses durchaus nothwendig; daher wurden auch von mir Anfangs täglich Wägungen ausgeführt. Ob Dareste das Oel überhaupt erneuerte, ist nicht zu ersehen, da er niemals eine genaue Beschreibung seiner Versuche giebt, wahrscheinlich ist es aber nicht.

Da ich anfangs auch einige Eier mit Tupfen von Gummi arabicum versehen hatte, so untersuchte ich auch dieses Mittel in Bezug auf seine Impermeabilität. Ein total mit Gummi bestrichenes Ei zeigte bei gewöhnlicher Temperatur folgende Gewichtsverluste:

Dauer des Liegens. Tage.	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.
0	0	45,190	
1	0	45,120	0,0700
2	0	45,060	0,0600
5	23	44,860	0,0505
9	23	44,630	0,0575
14	23	44,330	0,0600
18	2	44,120	0,0672

Dasselbe Ei wurde alsdann der Bebrütung ausgesetzt:

Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.
0	0	44,120	
3	21	43,530	0,152
9	21	42,310	0,140

Da der normale Gewichtsverlust bei gewöhnlicher Temperatur 0,07—0,10 gr und in der Bebrütung im Mittel 0,45 oder hoch gerechnet 0,5 gr beträgt, so geht aus diesen Zahlen hervor, dass Gummi arabicum nur einen sehr ungenügenden Abschluss zu liefern im Stunde ist.

Während Dareste in den mit Stiefelwichse bestrichenen und Baudrimont und Martin-Saint-Ange in den gefirnissten Eiern Embryonen fanden, die einige Tage alt waren, konnte in fünf mit Asphaltlack total lackirten und bebrüteten Eiern auch nicht eine Spur von Entwickelung entdeckt werden.

Dareste fand in einem mit Stiefelwichse bestrichenen und bebrüteten Ei eine wohl ausgebildete Luftkammer. Von mir wurde ein frisches Ei mittelst des Preyer'schen Embryoskops untersucht; es zeigte keine Luftkammer. Darauf wurde das stumpfe Ende lackirt. Es wog anfangs 51,540 gr; nachdem es 20 Tage und 4 Stunden an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur gelegen hatte, wog es 51,330. Es hatte also täglich 0,0104 gr verloren. Alsdann wurde es in den Brütofen gelegt und wog nach 9 Tagen 50,480 gr, hatte also täglich 0,094 gr verloren. Alsdann wurde es am stumpfen Ende geöffnet und zeigte keine Luftkammer. Es müssen sich also, da der Gewichtsverlust nicht allein dem Lack zugeschrieben werden darf, viele unmerklich kleine Lufträume unter der Schale gebildet haben.

Nachdem ich so ein Bild von der Leistungsfähigkeit der von Dareste und mir verwendeten Materialien gegeben habe, gehe ich zu den Versuchen über, welche zeigen, dass auch bei sehr starker Athmungsbeschränkung dennoch eine Entwickelung des Hühnchens möglich ist.

Folgende Eier lieferten Hühnchen, welche jetzt noch leben:

1) Das Ei wurde einseitig liegen gelassen, ohne es zu wenden.

Dies kann nur als eine sehr schwache Beschränkung des Gasaustausches angesehen werden. Indessen ist das Resultat doch bemerkenswerth, namentlich, da gute Bruthennen ihre Eier sogar täglich wenden.

2) und 3) Mit *Gummi arabicum* aufgeklebte Pergamentstückchen bedeckten ca. $^1/_8$ der Oberfläche dieser zwei Eier.

4) Das Ei war schachbrettartig zur Hälfte lackiert. Das Hühnchen befreite sich ohne jede Hülfe. Da diese Thatsache grosses Interesse verdient, so wurde das Ei abgebildet (Fig. I). Man sieht an der Zeichnung, wie gleichmässig die Beschränkung des Gasaustausches verteilt und dass genau die Hälfte der Oberfläche mit Lack bedeckt war.

5) Das Ei war schachbrettartig zu ein Drittel der Oberfläche lackirt.

6) Das Ei war in concentrischen Ringen zu ein Drittel der Fläche lackirt, wie Fig. IV zeigt.

7) Das Ei war schachbrettartig zur Hälfte lackirt. Die einzelnen

Felder waren sogar ziemlich gross, wie die Figur zeigt (Fig. II). Das Hühnchen kroch ohne jede Hülfe aus.

Alle diese Eier enthielten vollständig normale Hühnchen, die sich ohne Hülfe aus der Schale befreiten. Es geht hieraus auch hervor, wie wenig schädlich der so häufig den Eiern anhaftende Schmutz für die Entwickelung ist.

Während also diese Hühnchen vollständig normal erschienen, starben vier weitere sehr bald nach dem Auskriechen und zwar:

1) Das Ei war mit kleinen Tupfen von Gummi bedeckt.

2) Das Ei war mit einer Eischale bedeckt.

3) Das Ei war mit Tupfen von Lack bedeckt. Das Hühnchen hatte am 21. Tag die Schale angebrochen, war aber nicht im Stande sich zu befreien. Es wurde am folgenden Tage künstlich aus der Schale herausgeholt. Die linke Seite war so schwach, dass es erst zwei Tage später stehen konnte. Starb nach drei Tagen. — Die Schale wurde in Stückchen zerbrochen, die lackirten und die weissen Stückchen für sich gewogen. Das Gewicht der lackirten Stücke war 1,9 gr, das der weissen 2,2 gr. Bei Vernachlässigung des Lackes war also 46,3 % der Oberfläche lackirt; bringt man indessen den Lack mit 0,3 gr in Rechnung, was hoch taxirt ist, so ergibt sich 42,1 %.

4) Concentrische Ringe von Lack überdeckten ein Drittel der Oberfläche.

In den bis jetzt angeführten Fällen war die Entwickelung noch bis zum Abschluss gelangt.

Nicht minder interessant erscheinen diejenigen Fälle, in denen das Hühnchen seine Ausbildung nicht vollständig hatte erreichen können.

In 4 mit Gummi betupften Eiern wurde ein Embryo 20 Tage alt, zwei 19, einer 15.

In 2 mit Stückchen Pergamentpapier beklebten war ein Thier 19, das andere 16 Tage alt geworden.

In 2 mit Lack betupften war eins 19 und eins 18 Tage alt.

Ein schachbrettartig zu ein Drittel lackirtes Ei zeigte einen 20—21 Tage alten Embryo.

Ein ebenso zur Hälfte lackirtes wies einen 15 Tage alten Embryo auf.

Endlich befand sich in einem zu zwei Drittel der Oberfläche lackirten Ei ein zwanzig Tage altes Hühnchen. Diese Thatsache ist sehr beachtenswerth, da man hieraus sieht, wie weit die Beschränkung des Gaswechsels gehen kann, ohne dass die Entwicklung ernstlich gestört würde. Wie Fig. III zeigt, wurde die Lackirung dadurch hergestellt, dass zunächst die Hälfte schachbrettartig lackirt und dann noch der dritte Theil des übrigen überzogen wurde.

Viele Embryonen wurden nur *wenige Tage* alt und zwar in folgenden Eiern:

1 Ei, das gleichmässig mit feinen Tupfen von Lack bedeckt war.
1 Ei, das mit Stückchen von Pergamentpapier beklebt war.
4 Eier, die schachbrettartig zur Hälfte lackirt waren.
1 Ei, das „ „ „ zu $^3/_5$ „ war.
3 Eier, die „ „ „ zu $^5/_8$ „ waren.
1 Ei, das in conc. Ringen zu $^3/_8$ „ war.

Ausserdem fanden sich noch 16 unbefruchtete Eier. Die Zahl dieser letzteren nahm im Spätsommer so zu, dass die Versuche nicht fortgesetzt werden konnten.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass *bei einer starken aber gleichmässig vertheilten Athmungsbeschränkung zwar die Sterblichkeit der Embryonen eine sehr grosse aber eine vollständige Entwickelung möglich ist und normale Hühnchen ohne jede Hülfe aus solchen Eiern auskriechen können.*

Wie weit die Beschränkung des Gaswechsels stattgefunden hatte, wurde mit Hülfe des *täglichen Gewichtsverlustes* untersucht. Die Grösse desselben stellte sich als *ganz anomal* heraus, wie aus folgenden Zahlen hervor geht, welche die Verluste zweier *schachbrettartig zur Hälfte* lackirter Eier angeben.

Dauer der Bebrütung. Tage	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.	Dauer der Bebrütung. Tage	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.
4	23	47,015	0,176	12	0	47,735	0,098
8	23	46,310	0,176	12	22	47,645	0,084
13	23	45,430		14	0	47,557	0,060
				15	0	47,497	0,054
				18	0	47,335	0,151
				22	0	46,730	
Embryo wenige Tage alt.				unentwickelt.			

Ein nicht minder anomales Verhalten zeigen folgende Eier:

Schachbrettartig zu $^{9}/_{17}$ lackirt.				Schachbrettartig zu $^{2}/_{8}$ lackirt.			
Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.	Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Verlust in 24 Stunden.
10	2	54,808		12	0	50,112	
10	18	54,727	0,121	13	0	49,996	0,116
11	20	54,620	0,099	14	0	49,860	0,136
12	22	54,480	0,013	15	0	49,760	0.100
13	22	54,437	0,043	18	0	49,420	0,113
16	22	54,180	0,086	21	23	49,166	0,064
20	21	53,910	0,068				

Embryo wenige Tage alt. unentwickelt.

Um zu prüfen, ob dieser geringe Verlust nicht vielleicht rein zufällig durch irgend welche unbekannte Umstände herbeigeführt würde, brachte ich auch natürliche Eier in denselben Brütofen zu den lackirten. Diese verhielten sich aber vollständig normal.

Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.	Dauer der Bebrütung. Tage.	St.	Gewicht.
0	0	48,390	0	0	48,530	0	0	51,162
2	22	46,960	2	22	47,100	2	22	49,870
6	0	45,440						
7	22	44,430						
12	22	42,580						
Täglicher Verlust = 0,4498 gr.			Täglicher Verlust = 0,4903 gr.			Täglicher Verlust = 0,4429 gr.		

Es wurden auch Eier auf verschiedene Weise in zusammenhängenden Strecken lackirt und der Bebrütung ausgesetzt. Auch bei diesen war der Gewichtsverlust ebenfalls ausserordentlich gering.

I.			II.			III,			IV.		
Bebrütung.		Gewicht.	Bebrütung.		Gewicht.	Bebrütung.		Gewicht.	Bebrütung.		Gewicht.
T.	St.		T.	St.		T.	St.		T.	St.	
12	0	57,440	9	22	49,350	9	0	51,385	8	20	47,627
12	22	57,235	11	23	49,148	11	0	51,210	9	22	47,497
14	23	56,880	15	0	48,782	11	23	51,148	11	23	47,263
18	0	56,315	18	23	48,460	15	0	50,920	15	0	46,897
			22	23	48,010				18	23	46,750
									22	23	46,180

I.	II.	III.	IV.
Täglicher Verlust 0,1891 gr, unentwickelt.	Täglicher Verlust 0,1027 gr, Embryo 15 Tage alt.	Täglicher Verlust 0,0775 gr, unentwickelt.	Täglicher Verlust 0,1025 gr, unentwickelt.

Bei I war die obere Hälfte der Länge nach lackirt, bei II die untere. Bei III und IV war nur die Luftkammer frei, das übrige aber lackirt. Wie zu erwarten stand, war auch hier der Gewichtsverlust ganz abnorm niedrig.

Auch bei gewöhnlicher Temperatur zeigten zwei Eier, deren Luftkammer lackirt war, ein ähnliches Verhalten.

Dauer des Liegens.		Gewicht.	Dauer des Liegens.		Gewicht.
Tage.	St.		Tage.	St.	
0	0	49,466	0	0	51,540
1	2	49,463	3	0	51,516
2	3	49,455	7	0	51,480
3	3	49,450	11	0	51,446
6	4	49,426	16	0	51,390
10	3	49,420	20	4	51,330
14	3	49,380			
19	3	49,340			

Täglicher Verlust 0,0065 gr.	Täglicher Verlust 0,0104 gr.

Das erste Ei blieb zufällig noch 13 Tage liegen. Es zeigte alsdann ein Gewicht von 49,250 gr, hatte also täglich 0,007 gr verloren. Der Verlust dieser Eier war also ungefähr nur $^1/_{10}$ von dem natürlichen, trotzdem doch nur die Luftkammer lackirt war.

Beweisend ist ferner noch das Verhalten eines Eies, welches zuerst im natürlichen Zustand in den Brütofen gelegt wurde. Es wog im Anfang 48,530 gr und nach zwei Tagen 22 Stunden

47,100 gr, es hatte also einen ganz normalen täglichen Verlust von 0,4903 gr erlitten. Alsdann wurde die Luftkammer lackirt. Das Ei wog nach einer Bebrütung von 7 Tagen 22 Stunden 45,330 und nach einer von 12 Tagen 22 Stunden 43,800, es hatte also einen täglichen Gewichtsverlust von 0,306 gr erlitten. Also nur in Folge der Absperrung der Luftkammer war der tägliche Verlust von 0,490 auf 0,306 gr gesunken.

Eine Beziehung zwischen der Grösse der lackirten Fläche und dem Gewichtsverlust konnte noch nicht aufgefunden werden. Dies wird schwierig sein, da auch die natürlichen Eier je nach Grösse und Beschaffenheit einen ungleichen Verlust zeigen. — Nur mag auf den auffallend niedrigen Gewichtsverlust der Eier hingewiesen werden, deren Luftkammer lackirt war. Trotzdem die Lackirung höchstens ein Drittel der Oberfläche bedeckte, zeigten sie einen äusserst geringen Verlust sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als auch während der Bebrütung. Man darf wohl daran denken, dass die Verhinderung der Bildung der Luftkammer, welche in dem einen Falle factisch nachgewiesen wurde, und die Verhinderung der Vergrösserung derselben die Abnahme des Eiinhaltes stark beeinträchtigt, dass also durch Lackirung des stumpfen Endes auch die Wasserverdunstung an den übrigen Theilen des Eies reduciert wird.

Die Zahlen für nicht lackirte Eier zeigen eine vollständig normale Gewichtsabnahme an. Es geht hieraus hervor, dass es nur allein die theilweise Bedeckung der Schale mit Lack gewesen sein kann, welche die so enorme Verminderung des Wasserverlustes bewirkt hat.

Es ist also Thatsache, dass theilweise lackirte Eier einen ganz anomal kleinen Gewichtsverlust während der Bebrütung erleiden, dass sie weit weniger Wasser verdunsten lassen als natürliche. Die dennoch stattfindende Entwickelung beweist, dass die Wasserverdunstung zum Theil eine physikalische Nebenerscheinung ist, welche bis zu einem gewissen Grade unterbleiben kann, ohne dass dadurch die Entwickelung gestört wird. Wenn aber der Gaswechsel in Bezug auf den Wasserdampf ein beschränkter ist, so darf man wohl schliessen, obgleich der factische Beweis noch nicht geliefert ist, dass dies auch für den übrigen Gaswechsel, also für die Absorption des Sauerstoffes und die Exhalation der Kohlensäure der

Fall sein wird. Dann folgt, dass der Embryo nebst dem übrigen Ei-Inhalt normaler Weise durch die Schale mehr Sauerstoff aufnimmt, jedenfalls aufnehmen kann, als für seine Entwickelung unbedingt nothwendig ist.

Dieses Resultat ist um so interessanter als bereits von Rob. Pott[1]) bewiesen wurde, dass der Embryo in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoff thatsächlich mehr Sauerstoff aufnimmt, als in gewöhnlicher Luft. Nach meinen Versuchen scheint auch diese letztere noch ein Uebermaass von Sauerstoff zu bieten. Man sieht sogleich hieraus, wie wenig schädlich eine Beschränkung des Gaswechsels wirkt, welche thatsächlich bei den in Erdhöhlen und im Sande ausgebrüteten Eiern stattfindet.

Es ist unbestreitbar, dass die Allantois in den lackirten Stellen weniger funktionirt, als in den freien. Es wurde daher geprüft, ob dieselbe überall gleich ausgebildet war, ob sie vielleicht Lücken zeige, ob der Reichthum an Gefässen ein ungleicher sei etc. Nichts von alle dem zeigte sich. Die Allantois war stets normal, nur zuweilen erschien sie etwas fester als gewöhnlich.

Baudrimont und Martin-Saint-Anges hatten gefunden, dass in einem Ei, dessen untere Seite gefirnisst war, sich die Allantois seitlich entwickelt und nur an der freien Schalenfläche ausgedehnt hatte. Dareste fand in Eiern, deren stumpfes Ende lackirt war, eine Allantois, welche sich nicht nach der Luftkammer hin, sondern nach dem freien Theil der Schale hin entwickelt hatte. Er scheint dies einem Instinkt des Embryos zuschreiben zu wollen.

Ich habe etwas derartiges nicht gefunden. An mehreren Eiern wurde die untere Hälfte lackirt. Eins zeigte einen todten Embryo von 10 Tagen mit normaler Allantois. Ein zweites ebenso behandeltes Ei wurde am 13. Tage von der lackirten Seite aus geöffnet. Auch hier zeigte sich unter der Schalenhaut wie gewöhnlich die Allantois, der Embryo lebte. Ein drittes wurde am 21. Tage geöffnet. Das Hühnchen war 19—20 Tage alt geworden. Die Allantois war auch an der lackirten Seite vorhanden, sie umgab das Hühnchen allseitig in ganz normaler Weise. Alsdann wurde dieselbe sorgfältig auf einer Glasscheibe ausgebreitet und bei der genauesten Untersuchung war auch nicht der geringste Unterschied zwischen den Theilen zu bemerken, welche der lackirten resp.

---

1) Dies Archiv, Bd. XXXI, p. 268.

freien Fläche entsprachen. Beide Theile zeigten genau denselben Reichthum an Gefässen und letztere liessen auch in ihrem Blutgehalt nicht die geringste Differenz erkennen. Nur die Schalenhaut adhärirte auf der lackirten Seite fester und war schwieriger von der Schale loszulösen als an der nicht lackirten. Ein viertes Ei, dessen untere Hälfte ebenfalls lackirt war, zeigte einen fünfzehn Tage alten Embryo, welcher überall, auch auf der untern Fläche, von einer normalen Allantois umgeben war.

Diese Thatsachen sind nicht geeignet, Vertrauen zu den Behauptungen Baudrimont's und Dareste's einzuflössen, namentlich wenn man bedenkt, mit wie unzuverlässigem Material diese den Luftabschluss herstellten.

Baudrimont und Martin-Saint-Anges hatten auf Grund von drei Versuchen die Behauptung aufgestellt, dass ein Ei, dessen Luftkammer lackirt ist, sich nicht entwickeln könne, dass dies jedoch stattfinde, wenn die Luftkammer frei bleibt und der übrige Theil vom Firniss bedeckt ist. Diese Forscher und auch Dareste sind der Ansicht, dass die Allantois sich zunächst an die Luftkammer anlege und mit Hülfe derselben athme. Nach Dareste fände dies am 5. Tage statt.

Er hatte schon gezeigt, dass auch bei gefirnisster Luftkammer eine Entwickelung dennoch möglich ist; denn er fand in Eiern deren stumpfes Ende lackirt war, lebende Embryonen. Dies wird durch meine Versuche bestätigt. In einem so präparirten Ei fand sich ein 12 Tage alter Embryo. Aus einem zweiten Ei kroch am 21. Tage ein Hühnchen ohne Hülfe aus, welches jetzt noch lebt. Ein Ei wurde an beiden Polen lackirt und enthielt einen 12 Tage alten Embryo.

Dareste erklärt dies dadurch, dass er behauptet, die Allantois entwickele sich instinctiv nach einem nicht gefirnissten Theile der Schale hin. Wenn aber die Ueberfirnissung der Luftkammer erst am 5. Tage stattfände, so habe sich die Allantois bereits hier angelegt, eine Athmung derselben mit Hülfe der Luftkammer könne also nicht stattfinden und die Embryonen müssten stets sterben. Fände aber die Ueberfirnissung später statt, so habe sich die Allantois bereits über die Luftkammer hinaus ausgedehnt und die Athmung werde nicht aufgehoben.

Um dies zu prüfen wurde ein Ei der Bebrütung ausgesetzt und 5 Tage 4 Stunden später wurde die Luftkammer lackirt.

Nach Dareste hätte der Embryo sterben müssen. Am zwölften Tage wurde das Ei geöffnet und es zeigte sich ein lebender Embryo. Die Allantois hatte sich bereits über ca. die Hälfte der Oberfläche ausgedehnt, die beiden Pole zeigten hierin keinen Unterschied.

Ueberhaupt scheint die Theorie von Baudrimont, Martin-Saint-Ange und Dareste, nach welcher die Allantois zunächst in der Richtung auf die Luftkammer zu wachsen und von dieser aus sich über die Schale verbreiten soll, nicht richtig zu sein. Nach meinen allerdings noch nicht zahlreichen Beobachtungen legt sich die Allantois an die Stelle der Schale zuerst an, welche ihr am nächsten liegt, um von da aus sich gleichmässig auszudehnen. Danach handelt es sich also um einen ganz mechanischen Wachsthumsvorgang.

Zum Schlusse spreche ich noch Herrn Professor Preyer, der sich für diese Versuche sehr interessirte und mich durch Rath und That unterstützte, auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IV.

Fig. 1 und 2. Schachbrettartig zur Hälfte lackierte Eier, aus denen normale Hühnchen ohne Hülfe auskrochen.

Fig. 3. Ein schachbrettartig zu zwei Drittel der Oberfläche lackirtes Ei, welches ein zwanzig Tage altes Hühnchen enthielt.

Fig. 4. Ein in concentrischen Ringen zu ein Drittel der Oberfläche lackirtes Ei, aus dem ein normales Hühnchen ohne Hülfe auskroch.

(Aus dem Institut für Pharmakologie und physiologische Chemie zu Rostock.)

Zur Physiologie der Oxalsäure.

Von

Dr. **Friedrich Hammerbacher,**

Assistent.

In dem Folgenden wird eine Anzahl von Experimenten mitgetheilt werden, die ich im Sommer und Herbst vorigen Jahres auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. O. Nasse angestellt habe. Es sollte zunächst versucht werden, durch dieselben die so oft behandelte, bald in positivem, bald in negativem Sinne beantwortete Frage nach dem Einflusse der Alkalien auf die Grösse der Oxalsäureausscheidung im Harn zum Austrag zu bringen, da auch die neueste diesen Gegenstand am erschöpfendsten und nach brauchbaren analytischen Methoden behandelnde Arbeit von P. Fürbringer[1]) — in der sich auch ein vollständiges Verzeichniss der einschlägigen Litteratur findet — nicht endgültig entscheidet.

Als Versuchsthiere sind ausschliesslich Hunde verwendet worden, und zwar vollkommen gut abgerichtete, so dass von dem Harn niemals etwas verloren gegangen ist. Bei Gleichbleiben der Fütterung wurde nun, nachdem die Menge der in der Norm innerhalb 24 Stunden im Urin ausgeschiedenen Oxalsäure festgestellt war, der Nahrung die in den einzelnen Versuchen angegebenen Mengen von Natrium bicarbonicum zugesetzt, resp. den Thieren nach der Fütterung mit der Schlundsonde beigebracht und in dem Harn des (24 stündigen) Versuchstages, in dessen ersten Stunden, sei es in einer, sei es in zwei Gaben das Natr. bicarbon. verabreicht war, in der gleichen Weise wie vorher die Oxalsäure bestimmt.

1) P. Fürbringer. Zur Oxalsäureausscheidung durch den Harn. Habilitationsschrift. Heidelberg 1876 u. Deutsches Archiv für klin. Medicin, Bd. 16 p. 154, 1876.

Was die Untersuchungsmethode betrifft, so wurde die auch von P. Fürbringer benützte und von ihm etwas modificirte Neubauer'sche Methode[1]) angewandt, jedoch mit den kleinen Abweichungen, dass 1) zur Verhütung der Entwickelung von niederen Organismen statt des Zusatzes von alcoholischer Thymol-Lösung die zur Untersuchung bestimmten Harnmengen längere Zeit der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt wurden und 2) der Niederschlag von Calciumoxalat nicht schon nach 24 Stunden, sondern erst nach 3 Tagen abfiltrirt wurde, da es sich bei kürzerem Zeitraum wiederholt ereignet hatte, dass in dem aus Vorsicht bei Seite gestellten Filtrat eine nicht unbedeutende Menge sehr schöner grosser Octaëder von Calciumoxalat sich ausgeschieden hatten.

Es folgen hier dann sogleich die Versuchsdaten.

Versuch I.

Hund A, 9,7 kg schwer, scheidet bei Fütterung mit Schlachthausabfällen im Durchschnitt täglich 0,0004 gr Oxalsäure aus (0,0041 pro 100 kg Körpergewicht). Dem Futter wird vom 16. bis 22. Juni Natrium bicarbonicum zugesetzt (in Pulverform, wobei etwas Verlust eingetreten sein kann), und zwar vom 16. bis 18. Juni täglich 5 gr, am 19. 10 gr, vom 20. bis 22. Juni wieder nur 5 gr, weil die am 19. Juni verabreichte Menge von 10 gr bei dem überhaupt leicht afficirbaren Thier Verdauungsstörungen (Erbrechen, Aufhören der Fresslust) hervorgerufen hatte.

Am 22. Juni, dem letzten Versuchstage, wurden gefunden 0,0145 gr Oxalsäure, am 23. nur mehr 0,0048 gr.

Versuch II—IV.

Hund B, 16,7 kg schwer, scheidet bei Fütterung mit Pansen im Durchschnitt täglich 0,0016 gr Oxalsäure aus (0,0095 gr pro 100 kg Körpergewicht). Es wird dem Thiere Natr. bicarbon. in Wasser aufgeschlämmt mit der Schlundsonde beigebracht und zwar, um die Reizung der Magenschleimhaut zu verringern, einige Stunden nach der in der ersten Stunde des Versuchstages stattfindenden Fütterung. Bei den grösseren Mengen wird das Natr. bicarbon. auf 2 Gaben vertheilt.

Eingegeben sind in Versuch II (28. Juni bis 5. Juli) am 28. Juni 7 gr, vom 29. Juni bis 2. Juli 10 gr täglich, am 3. Juli 15 gr., am 4. u. 5. Juli 20 gr täglich. Am 4 Juli enthält der Urin 0,0098, am 5. Juli 0,0689, am 6. Juli 0,0143 gr Oxalsäure.

---

1) l. c. u. Neubauer u. Vogel, Analyse des Harns, 8. Aufl, bearbearbeitet von Huppert, p. 288, Wiesbaden 1881.

In Versuch III (20. bis 28. October) erhält der Hund vom 20. bis 23. October 15 gr Natr. bicarbon. täglich, am 24. u. 25. je 20 gr, am 26. Oct. 22 gr und am 27. Oct. 18 gr. Am 27. October betrug die Menge der Oxalsäure 0,0634 gr; am folgenden Tage war dieselbe schon zur Norm zurückgekehrt.

In Versuch IV (10. und 11. November) bei zweitägigem Eingeben von je 24 gr Natr. bicarbon. betrug die Oxalsäure-Ausscheidung am 2. Tage 0,0683 gr.

Versuch V u. VI.

Hund C, 12,6 kg schwer, scheidet bei Fütterung mit Schlachthausabfällen 0,0011 gr Oxalsäure pro die aus (0,0087 gr pro 100 kg Körpergewicht). Das Natr. bicarbon. wird mit der Schlundsonde eingeführt.

In Versuch V (15. bis 18. Juli) werden täglich 20 gr Natr. bicarbon. beigebracht. Am letzten Versuchstag wurden gefunden 0,0172 gr Oxalsäure.

In Versuch VI (10. bis 12. December) sind im Ganzen 41 gr Natr. bicarbon. verabreicht worden und zwar am 10. Dec. 10 gr, am 11. Dec. 15 gr, und am 12. Dec. 16 gr. Im Laufe dieser 3 Tage wurden im Urin ausgeschieden 0,1416 gr Oxalsäure, also im Durchschnitt täglich 0,0472 gr.

Für den Hund gilt nach dem Mitgetheilten mit vollkommener Sicherheit der Satz, dass bei Zusatz von Natrium bicarbonicum zur Nahrung die Oxalsäure im Harn an Menge zunimmt. Da nicht bekannt ist, ob und in welchen Mengen Oxalsäure auch im Kothe vorkommt, so lassen die Versuche über die Grösse der gesammten Oxalsäure-Ausscheidung kein Urtheil zu, und es muss, zumal auch der Ort der Bildung der Oxalsäure gänzlich unbekannt ist, müssig erscheinen, über den Einfluss der vermehrten Alkalescenz der Gewebssäfte auf die Zersetzungsvorgänge im Organismus (verminderte Zersetzung oder vermehrte Bildung der Oxalsäure) Betrachtungen anzustellen oder Theorien aufzubauen.

Unsere Versuche sind nicht ausgedehnt genug, um ein Urtheil darüber abzugeben, wie viel Natr. bicarbon. nöthig ist, um den in Rede stehenden Erfolg zu erzielen; hier mögen auch individuelle Verschiedenheiten vorliegen, geradeso, wie solche bei der normalen Oxalsäure-Ausscheidung bei Thieren derselben Species vorhanden zu sein scheinen. Von 0,0041 bis zu 0,0095 gr pro die und 100 k Körpergewicht gehen bei unsern Hunden die Schwankungen. Bemerkenswerth erscheint noch, dass von allen unseren Thieren in maximo eine die normale Menge um annähernd das vierzigfache überschreitende Quantität von Oxalsäure ausge-

schieden worden ist. Ob damit die Grenze der Vermehrung erreicht ist, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit sagen; sehr viel höher dürfte dieselbe aber wohl nicht liegen, denn bei Vergrösserung der Gaben von Natrium bicarbonicum treten Verdauungsstörungen ein, die den Versuch werthlos machen.

Nach Aussetzen des Natr. bicarbon. fällt die Oxalsäure mehr oder weniger rasch, der Schnelligkeit der vollkommenen Ausscheidung des Natr. bicarbon. aus dem Körper entsprechend, zur Norm zurück.

Wenn von verschiedener Seite (Gallois[1]), Fürbringer[2])) her, wenigstens den menschlichen Organismus angehend, behauptet worden ist, Natrium bicarbonicum sei ohne steigernden Einfluss auf die Ausscheidung der Oxalsäure durch den Harn, so findet diese mit unsern Resultaten in Widerspruch stehende Behauptung wohl am einfachsten ihre Erklärung in der Vermuthung, dass in den betreffenden Versuchen die Menge der eingeführten Alkalien ungenügend war.

Alle Versuche, in denen einzig auf optischem Wege, mit dem Microscop, die Menge der Oxalsäure geschätzt worden ist, haben, wie auch Fürbringer betont, natürlich nur einen sehr beschränkten Werth; nur bei wirklich bedeutender Vermehrung wird das Microscop einiger Maassen Aufschluss geben können. Es ist wohl kein Zweifel, dass Beneke[3]), der sehr bestimmt einen positiven Einfluss des Natr. bicarbon. behauptet hat, solche günstige Fälle zur Beobachtung vorlagen.

Man hat auch von einer Einwirkung des kohlensauren Kalkes gesprochen, so Duckworth und Leared[4]), den Anschauungen Benekes folgend; uns liegt nur ein einziger Versuch vor, in welchem 15 gr. $CaCO_3$ eingeführt sind. Das dabei erhaltene negative Resultat wird durch die geringe Aufnahme des Salzes zur Genüge erklärt.

So wenig es, wie oben bereits angedeutet wurde, angezeigt erscheint, über den Ursprung der Oxalsäure Betrachtungen anzustellen, so haben wir doch es uns nicht versagen können, auch nach dieser Richtung einige Versuche anzustellen.

1) Memoire sur l'oxalate etc. Gazette de Paris 1859.

2) l. c.

3) Zur Entwicklungsgeschichte der Oxalurie etc. Göttingen 1852.

4) The medical times 1867, Bd. I, p. 219.

In der 1. Versuchsreihe handelt es sich um den Einfluss der Veränderung der Nahrung in ihrer Zusammensetzung: es wurden zu der gewöhnlichen Nahrung bedeutende Mengen von Fett (Schmalz) — 3mal täglich je 125 gr — zugesetzt. So lange die Verdauung hierdurch nicht gestört wurde, war keine Vermehrung der Oxalsäure zu bemerken; die Störung zeigte sich ausser in Durchfall und Erbrechen im Auftreten von Fett und Eiweiss im Harn.

In der 2. Versuchsreihe erhielten die Hunde Salze von verschiedenen organischen Säuren und zwar von Weinsäure und Citronensäure. Ob sich die Oxalsäure des Urins in ihrer Menge dabei veränderte, liess sich nicht feststellen, da bei sehr starken Gaben, wie wir sie angewendet (10 gr Acid. citric., 12 gr Acid. tartaric. als Natriumsalze) die genannten Säuren selbst in den Harn übergehen und eine scharfe Trennungsmethode derselben von der Oxalsäure leider nicht aufgefunden werden konnte.

In der 3. Versuchsreihe endlich wurde der bekannten Beziehungen der Oxalsäure zur Harnsäure wegen neben der Oxalsäure auch die Harnsäure, ohne und mit Einfuhr von Natr. bicarbon. bestimmt, letztere nach der Methode von E. Salkowski[1]).

1) In dem oben angeführten Versuch III, in welchem die Menge der Oxalsäure von 0,0016 auf 0,0083 am 30. November gestiegen war, betrug an dem letztgenannten Tag die Tagesmenge der Harnsäure im Mittel aus 2 gut übereinstimmenden Analysen 0,13 gr gegen 0,2453 gr am 20. November.

2) In Versuch VI (10.—12. December), bei Vermehrung der Oxalsäure von 0,0011 pro die auf 0,1416 innerhalb der 3 Versuchstage, fanden sich in derselben Zeit 0,2884 gr Harnsäure, also 0,09614 pro die gegen 0,0392 gr am 5. December.

Von einem Zusammenhang zwischen der Oxalsäure und der Harnsäure kann hiernach nicht die Rede sein.

Wir haben daher diese Untersuchungen nicht weiter fortgesetzt, um so mehr, als sie durch die bekannten Erfahrungen über die sogenannten normalen Schwankungen in der Menge der Harnsäure allzusehr erschwert werden.

Endlich mögen hier auch noch zwei Versuche betreffend das

1) E. Salkowski u. W. Leube. Die Lehre vom Harn. Berlin 1882, p. 96 u. 97.

Verhalten der Oxalsäure nach Zuführen von Harnsäure Platz finden[1]). Es wurden 1 gr und im zweiten Falle 3 gr Harnsäure dem gewöhnlichen Futter zugesetzt: die Menge der Oxalsäure im Harn blieb unverändert.

(Aus dem Institut für Pharmakologie und physiologische Chemie zu Rostock.)

Ueber die Bildung von Aetherschwefelsäuren.

Von

Dr. **Friedrich Hammerbacher,**

Assistent.

Wiederholt ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, bei der Untersuchung über das Verhalten fremder Stoffe im Organismus, worunter hier ein für allemal zu verstehen sind sowohl die Veränderungen der betreffenden Stoffe selbst, wie die Veränderungen des Organismus, die sogenannten Elementarwirkungen der eingeführten Substanzen, das heisst ihr Verhalten zu geformten und ungeformten Körperbestandtheilen, nicht ausser Acht zu lassen. Natürlich wäre es überaus bedenklich, aus den letzteren die Gesammtwirkung direct erklären zu wollen, da extra corpus die Bedingungen des Zusammentretens wohl kaum jemals den im Organismus herrschenden Bedingungen gleich gemacht werden können. Es werden u. A. im Organismus die Concentrationsverhältnisse häufig oder meist ganz andere sein, und zwar in im Voraus ganz unbestimmbarer Weise andere, so dass sichtbare Veränderungen von Stoffen oder Geweben gar nicht mehr eintreten, und weiter verändert die eingeführte Substanz ja so oft ihre Form, wenn auch nur in der einfachsten Weise insofern, dass salzartige Verbindungen erzeugt oder getrennt werden. Beispiele für auf solche Weise entstandene irrthümliche Erklärungsversuche

1) Die Literatur über diesen Punkt s. bei Salkowski und Leube a. o. a. O. p. 101.

liessen sich zur Genüge beibringen. So würde es auch sehr gewagt sein, bei Stoffen, die im Laboratorium lösliche Eiweisskörper fällen oder umgekehrt unlösliches Eiweiss lösen, kurz die Eiweisskörper irgendwie sichtbar verändern, das Verhalten solcher Stoffe im Organismus ohne Weiteres auf ihre Beziehungen zu den Eiweisskörpern zurükzuführen. Es kommen diese Beziehungen vielleicht überhaupt gar nicht zur Geltung; die Wirkung auf Vorgänge im Organismus, wenn es sich um eine solche handelt, kommt vielleicht in einer vollständig andern Weise zu Stande, etwa durch Beeinflussung der Thätigkeit der Fermente. Uebrigens muss man hier aber auch andererseits berücksichtigen, dass die Sichtbarkeit von Veränderungen der Eiweisskörper unter welche auch die Verbindungen derselben mit den eingeführten fremden Substanzen zu rechnen sind, nicht den Maassstab für Veränderungen überhaupt bildet. Gerade die ebenerwähnte, in ihrem Erfolge wohl leicht zu constatirende, ausserdem aber schwer zu verfolgende und zu deutende Beeinflussung der ihrem chemischen Charakter nach zu den Albuminoïden zu rechnenden Fermente durch fremde Moleküle verschiedenster Art liefert hierzu ein Beispiel. Nach alledem dürfte es zum Mindesten nicht überflüssig sein, die Elementarwirkungen stets zu registriren. Zeigen sich dann z. B. bei isomeren Körpern, wie sie unter den aromatischen Verbindungen so zahlreich vorhanden sind, bei verschiedenem Verhalten im Thierkörper auch regelmässige Verschiedenheiten in den Elementarwirkungen, oder auch nur bezüglich einer bestimmten Elementarwirkung, so würde an diese Thatsachen bei eingehenderen Untersuchungen über das Wesen des Verhaltens der eingeführten Substanzen anzuknüpfen sein.

Von den vorstehenden Betrachtungen ausgehend veranlasste mich Herr Professor Dr. O. Nasse die folgende kleine Arbeit zu unternehmen. Es handelt sich in derselben darum, verschiedene isomere aromatische Verbindungen auf ihre Fähigkeit, im Organismus Aetherschwefelsäuren zu bilden, zu prüfen und zugleich von ihren Elementarwirkungen die Beziehungen zu Eiweiss festzustellen. Die letzteren waren mir übrigens bereits bekannt durch mündliche Mittheilungen des Herrn Professor O. Nasse und besonders aus dessen unten citirter Schrift[1]).

---

1) O. Nasse, Zur Anatomie u. Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz. Leipzig 1882.

Die nähere Berechtigung, eine Frage in diesem Sinne zu stellen, lag in der Thatsache, dass von den drei Oxybenzoësäuren diejenige, welche Eiweiss fällt (die Salicylsäure) nicht Aetherschwefelsäure bildet, wohl aber die beiden anderen (Baumann und Herter)[1]), welche Eiweiss nur theilweise oder gar nicht fällen. Entsprechend liefert das Ortho-Nitrophenol, welches Eiweiss nicht fällt, Aetherschwefelsäure (Baumann und Herter); die beiden anderen Nitrophenole fällen Eiweiss; sie mussten auf ihr bis dahin unbekanntes Verhalten im Thierkörper geprüft werden. Weiteres Material boten die beiden Naphtole (α— und β—), von denen jenes Eiweiss fällt, dieses nicht. Bezüglich der Ausscheidung dieser Körper aus dem Organismus ist nur von dem β-Naphtol, welches Eiweiss nicht fällt, bekannt, dass es Aetherschwefelsäure bildet (P. Mauthner) [2]).

Fielen die Resultate in beiden Versuchen so aus, wie bei den Oxybenzoësäuren, so möchte man versucht sein, dieselben durch die Annahme zu erklären, eine Verbindung mit Eiweiss schütze vor der Aetherbildung mit Schwefelsäure. Von vorneherein die Möglichkeit eines Ausfalles der Versuche in diesem Sinne als unwahrscheinlich zu bezeichnen, weil die Phenole überhaupt so leicht Aetherschwefelsäuren bilden, wie u. A. auch die Oxyphenole zeigen, welche sämmtlich auch Eiweiss fällen, dürfte nicht gestattet sein; der Eintritt einer anderen Gruppe in die Phenole kann deren Eigenschaften in dieser Richtung sehr ändern. Das lehren ja die Oxybenzoësäuren. Enthalten die Phenole nur die Hydroxyl-Gruppe, so mag ja wohl das Bestreben Aetherschwefelsäuren zu bilden das Uebergewicht behalten. Es lässt sich also a priori nichts für oder gegen sagen. Gewichtiger möchte der Einwand erscheinen, dass von den beiden käuflichen Toluïdinen dasjenige, welches Eiweiss nicht fällt, nämlich das Paratoluïdin, auch nicht Aetherschwefelsäure bildet (Baumann und Herter). Aber hier liegt doch die Sache insofern anders, als die Toluïdine, um Aetherschwefelsäuren zu bilden, erst oxydirt werden müssen, die Oxydirbarkeit mithin von grosser Bedeutung sein muss. Das Eiweiss fällende Orthotoluïdin durfte also wohl noch untersucht werden; lieferte dasselbe freilich Aetherschwefelsäure, so musste die Allgemeingültigkeit des in Rede stehenden Satzes fallen.

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, I, p. 244, 1877.

2) Wiener med. Jahrbücher, 1881, p. 201.

Es mag zum Schluss dieser Erörterungen und vor den nun folgenden Tabellen noch vorausgeschickt werden, dass eine Regelmässigkeit in dem erwähnten Sinne sich nicht herausgestellt hat, dass also keine Beziehungen zwischen der Bildung von Aetherschwefelsäuren und dem sichtbaren Verhalten der geprüften Substanzen zu den Eiweisskörpern sich haben auffinden lassen. Es muss also von Neuem nach einer Erklärung der Erscheinungen gesucht werden. Unsere Versuche selbst dürften natürlich deshalb doch nicht vollkommen werthlos sein.

Zu sämmtlichen Experimenten sind gut abgerichtete Hunde verwendet worden, die innerhalb 24 Stunden 1 mal, und zwar Morgens 8 Uhr, gefüttert wurden und die betreffenden Substanzen anfangs mit dem Futter, später stets vermittelst der Schlundsonde erhielten. Der Versuchstag lief von 8 Uhr Morgens bis zur gleichen Stunde des andern Tages. Die Gesammtmenge des in 24 Stunden entleerten Harnes ist nicht mitgetheilt, weil es sich hier nicht um die absolute Menge der Aetherschwefelsäure handelt. In dieselben ist übrigens stets nur ein Bruchtheil der eingeführten Substanz übergegangen. Passende Ernährung, sowie Zusatz von Sulfaten zur Nahrung, mag denselben wohl vergrössern können. In einem Theile des wohlgemischten Urins von dem Versuchstag sind die beiden Schwefelsäuren nach der Methode von Baumann[1]) bestimmt worden. Um eine Controle zu haben ist ferner noch in einer gleichen Menge Urin die Gesammtmenge der beiden Schwefelsäuren ermittelt. Die betreffenden Werthe — stets als Bariumsalze angegeben — finden sich in der 4. Zahlenspalte der Tabellen mitgetheilt. Endlich enthalten dieselben ausser $\frac{A}{B}$, dem Verhältniss der praeformirten Schwefelsäure zu der aus der Aetherschwefelsäure stammenden Schwefelsäure — dies zur leichteren Vergleichung mit den Angaben von Baumann und Herter — noch in der 6. Spalte die Menge der aus den Aetherschwefelsäuren stammenden Schwefelsäure in Procenten der Gesammtschwefelsäure angegeben.

---

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, I, p. 70, 1877.

Tabelle I.

	Datum.	A $BaSO_4$ aus der präformirten H_2SO_4	B $BaSO_4$ aus der Aetherschwefelsäure.	A + B berechnet.	A + B gefunden.	$\frac{A}{B}$	$\frac{B}{A+B} \cdot 100$	Bemerkungen.
Ortho-Nitrophenol.	13./V.	0,3931	0,0261	0,4192	0,4196	15,0	6,23	Fütterung m. Schlachthausabfällen.
	15./V.	0,4031	0,0292	0,4323	0,4344	13,84	6,78	
	16./V.	0,4189	0,0260	0,4449	0,4455	16,12	5,84	
	17./V.	0,1577	0,2535	0,4112	0,4073	0,62	61,65	2,5 gr O-Nitrophenol-Natrium.
	18./V.	0,3950	0,0314	0,4264	0,4197	12,51	7,36	
	19./V.	0,3880	0,0295	0,4175	0,4404	13,53	7,11	
Para-Nitrophenol.	25./V.	0,6407	0,3685	1,0092	1,0025	1,74	36,51	1,5 gr P-Nitrophenol-Natrium.
	26./V.	0,0770	0,0690	0,1460	—	1,12	47,26	
	4./VI.	0,0727	0,0120	0,0847	0,0842	6,06	14,16	
	5./VI.	0,0342	0,1500	0,1842	0,1804	0,23	31,43	1,5 gr P-Nitrophenol-Natrium.
	6./VI.	0,2462	0,0406	0,2868	0,2790	6,06	14,15	
	7./VI.	0,2385	0,0425	0,2810	0,2650	5,61	15,12	
	8./VII.	0,3292	0,0190	0,3482	0,3490	17,45	5,46	Fütterung mit Pansen.
	10./VII.	0,1998	0,1090	0,3088	0,3078	1,83	35,30	1,5 gr P-Nitrophenol-Natrium.
	11./VII.	0,3246	0,0190	0,3436	0,3428	17,08	5,53	
Meta-Nitrophenol.	23./XII.	0,2468	0,0134	0,2602	0,2628	18,418	5,150	
	1./V.	0,0890	0,0188	0,1078	0,1076	4,734	17,440	0,5 gr M-Nitrophenol-Natrium.
	23./IV.	0,2220	0,0132	0,2352	0,2345	16,061	5,612	
	1./V.	0,0605	0,0183	0,0788	0,0792	3,306	23,233	0,5 gr M-Nitrophenol-Natrium.

Zu den vorstehenden Zahlen ist zunächst im Allgemeinen zu bemerken, dass die Nitrophenole als Natriumsalze eingegeben worden sind. Es sollte auf diese Weise örtliche Reizung der Verdauungsorgane vermieden werden. In den Körpergeweben konnte die Kohlensäure die Phenole wieder frei machen. Aetherschwefelsäuren sind bei allen drei Verbindungen gebildet worden; da, wie oben bereits angegeben wurde, die Meta- und Para-Verbindung Eiweiss fällen, so hat sich also hier schon keine Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Oxybenzoësäuren ergeben.

Der Versuch mit dem Ortho-Nitrophenol ist der erste, den wir überhaupt angestellt haben, daher die Bestimmung der normalen Verhältnisse mehrfach wiederholt ist. Wie zu erwarten war, stimmt des Resultat der Fütterung des Nitrophenols mit dem von Baumann und Herter mitgetheilten vollkommen überein. In dem Destillat des mit Salzsäure versetzten gelbrothen Harnes war auch in diesem Falle Ortho-Nitrophenol nachzuweisen. Auffallend erschien, dass die Faeces am Versuchstag schwarz und flüssig waren. Die Ausscheidung des Ortho-Nitrophenols ist, wie die Zahlen des folgenden Tages lehren, rasch vollendet gewesen. Schon der Nachtharn des Versuchstages enthielt der Farbe nach zu urtheilen nur wenig mehr von der Ortho-Nitrophenol-Verbindung.

Bei dem Para-Nitrophenol begannen wir ebenfalls mit 2,5 grm. des Salzes; schon nach 15 Minuten eintretendes reichliches Erbrechen nöthigte uns aber die Dosis beträchtlich zu verkleinern. Die Giftigkeit der Substanz, deren Ursache wohl zum guten Theil in der starken örtlichen Reizung zu suchen ist, war, wie Herr Professor Nasse mir mittheilt, schon früher bei anderer Gelegenheit im Laboratorium beobachtet worden. Ausser Erbrechen hatte dieselbe Durchfall und Abortus herbeigeführt.

Nach den ersten der aufgeführten Para-Nitrophenol-Versuche könnte man geneigt sein, im Gegensatz zu der Ortho-Verbindung auf eine längere Zurückhaltung im Körper zu schliessen, in den beiden folgenden Versuchen ist aber offenbar die Ausscheidung innerhalb des Versuchstages selbst beendet gewesen. Die in Folge abnorm hoher Lufttemperatur stark verminderte Harnabsonderung erklärt wohl zur Genüge die auffällige Zurückhaltung des Para-Nitrophenols. Der letzte Versuch ist angestellt, um unter vollkommen normalen Bedingungen zu arbeiten, da in dem 2. Ver-

Tabelle II.

	Datum.	A $BaSO_4$ aus der präformirten H_2SO_4.	B $BaSO_4$ aus der Aetherschwefelsäure.	A + B berechnet.	A + B gefunden.	$\frac{A}{B}$	$\frac{B}{A+B} \cdot 100$	Bemerkungen.
α-Naphtol.	14./II.	0,1272	0,0186	0,1458	0,1442	6,839	12,757	0,5 gr α-Naphtol.
	16./II.	0,1031	0,0356	0,1387	0,1384	2,896	25,667	
	19./II.	0,1353	0,0192	0,1545	0,1523	7.005	12,492	
	19./II.	0,1203	0,0165	0,1368	0,1342	7,30	12,061	0,5 gr α-Naphtol.
	6./III.	0,1456	0,0494	0,1950	0,1946	2,947	25,333	
β-Naphtol.	6./III.	0,1438	0,0577	0,2015	0,1945	2,478	28,635	0,5 gr β-Naphtol.
	14./III.	0,1197	0,0157	0,1354	0,1347	7,624	11,595	

Tabelle III.

	Datum.	A $BaSO_4$ aus der präformirten H_2SO_4.	B $BaSO_4$ aus der Aetherschwefelsäure.	A + B		$\frac{A}{B}$	$\frac{B}{A+B} \cdot 100$	Bemerkungen.
				berechnet.	gefunden.			
Para-Toluidin.	14./VII.	0,4958	0,0308	0,5266	0,5216	16,10	5,85	Fütterung mit Pansen.
	16./VII.	0,1767	0,0100	0,1867	0,1858	17,67	5,35	
	17./VII.	0,4157	0,0309	0,4466	0,4510	13,45	6,92	0,5 gr salzsaures Para-Toluidin.
	18./VII.	—	—	—	—	—	—	Kein Urin entleert.
	19./VII.	0,2553	0,0171	0,2724	0,2876	14,93	6,28	
Ortho-Toluidin.	26./VII.	0,1960	0,0158	0,2118	0,2102	12,81	7,24	
	27./VII.	0,0787	0,0827	0,1614	0,1601	0,95	51,24	0,5 gr salzsaures Ortho-Toluidin.
	29./VII.	0,4849	0,0393	0,5242	0,5222	12,34	7,50	
	30./VII.	0,3895	0,0253	0,4148	0,4130	15,40	6,10	

suche, wie erst nachträglich constatirt wurde, die aus Schlachthausabfällen bestehende Nahrung nicht mehr ganz frisch war und so in bekannter Weise die Aetherschwefelsäuren schon an und für sich stark vermehrt erscheinen mussten. Ist die Nahrung übrigens dabei gleichmässig, so stören die hohen Werthe der Aetherschwefelsäuren nicht die Versuche. Zu den letzten beiden Versuchen mit Meta-Nitrophenol (im Laboratorium aus Meta-Nitranilin nach der Vorschrift von Bantlin[1]) dargestellt) ist nichts hinzuzufügen.

Auch bei den beiden Naphtolen (vgl. hierzu Tabelle II auf S. 100), von denen das eine — α — Eiweiss fällt, das andere — β — nicht, zeigt sich keine Beziehung zwischen dieser Elementarwirkung und dem Verhalten im Organismus, denn beide Substanzen bilden Aetherschwefelsäuren.

Die Toluidine (vgl. hierzu Tabelle III auf S. 101) sind als chlorwasserstoffsaure Salze eingeführt worden. Dass hier gerade umgekehrt, wie bei den Oxybenzoësäuren, das Eiweiss fällende Ortho-Toluidin Aetherschwefelsäuren bildet, nicht aber das Eiweiss nicht fällende Para-Toluidin, ist oben bereits besprochen worden.

Mit Para-Toluidin haben Baumann und Herter bereits gearbeitet. Die von uns gefundene kleine Zunahme der Aetherschwefelsäure liegt innerhalb der normalen täglichen Schwankungen. Bemerkenswerth ist noch die Giftigkeit des Para-Toluidins, die schon in der Tabelle sich darin zu erkennen gibt, dass am folgenden Tage die Urinsecretion gänzlich stockte. Es war dies die Folge der vollkommenen Nahrungsverweigerung. Etwa 2 Stunden nach dem Einführen des Para-Toluidin's trat Erbrechen ein, das sich mehrfach wiederholte und starke Depression zurückliess. Sehr auffallend war ein heftiger Katarrh der Schleimhaut des Rachens und ganz besonders der Nase. Die Thiere niesen sehr häufig und scheuern die Nase am Boden. Etwa acht Tage hält bei der angegebenen Dosis der Reizungszustand an. Einige Tage findet sich endlich auch Eiweiss im Harn. Man hat es hier offenbar mit einer Ausscheidung der resorbirten Substanz auf verschiedenen Schleimhäuten zu thun. Das wird auch bewiesen dadurch, dass sämmtliche eben erwähnten Erscheinungen nach subcutaner Injection von Para-Toluidin gleichfalls sich einstellen.

Ortho-Toluidin rief wohl Erbrechen hervor, ausserdem aber keine krankhaften Erscheinungen.

---

1) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, Bd. 11, p. 2100.

III

Ca.

Cr.

N. E. J. E. J. E. J. E. J.

S.

V

Ca.

Cr.

N. J. F.P. F. D.P. D. F.P. F. D.P. D.

S.

VI

Ca.

Cr.

N. J. C. A. C. A. C. A. C. A. C. A.

S.

Lith. A

Verlag v. Emil Strauss, Bo



Fig. 1

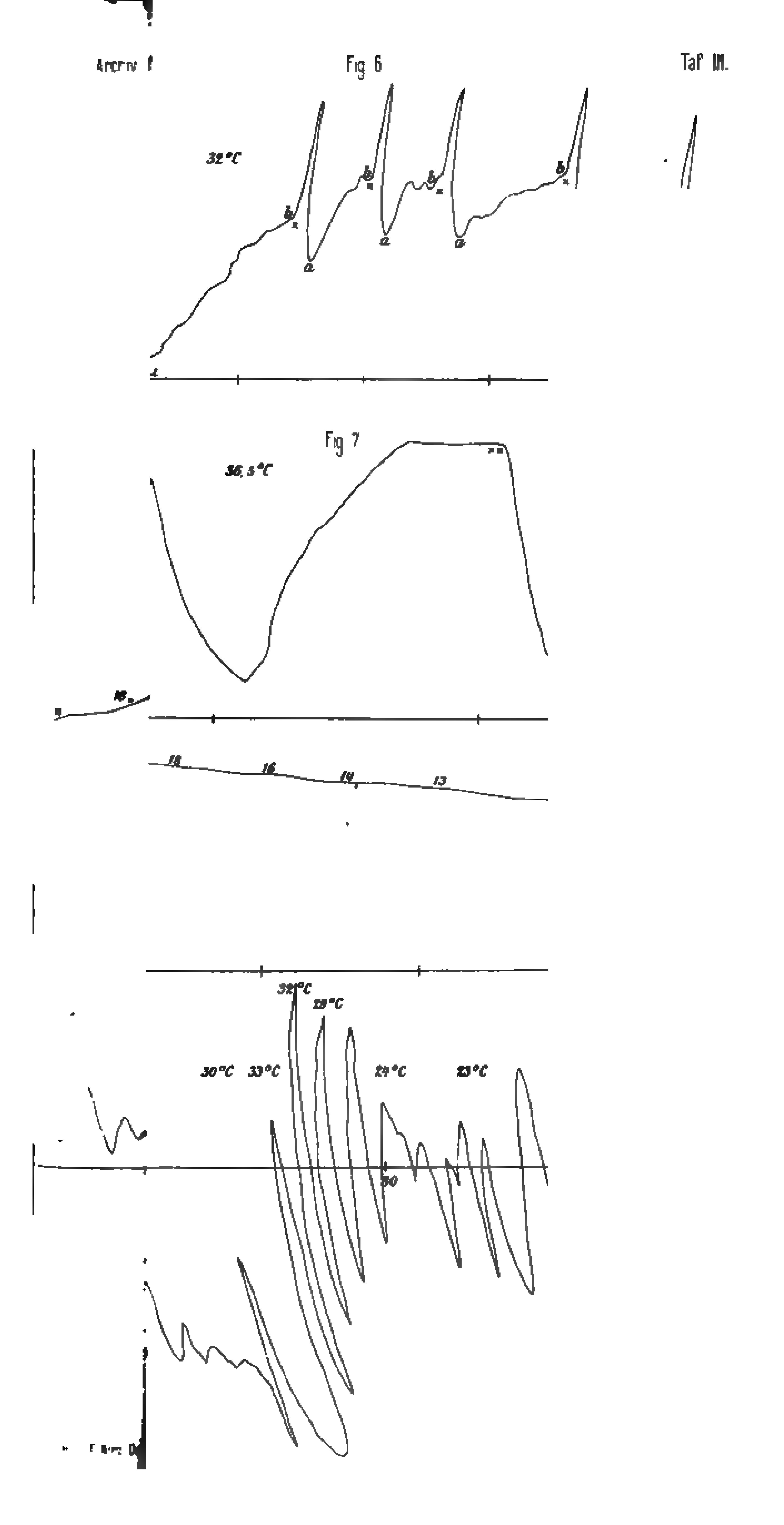
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. Verlag v. Emil Strauss, Bonn

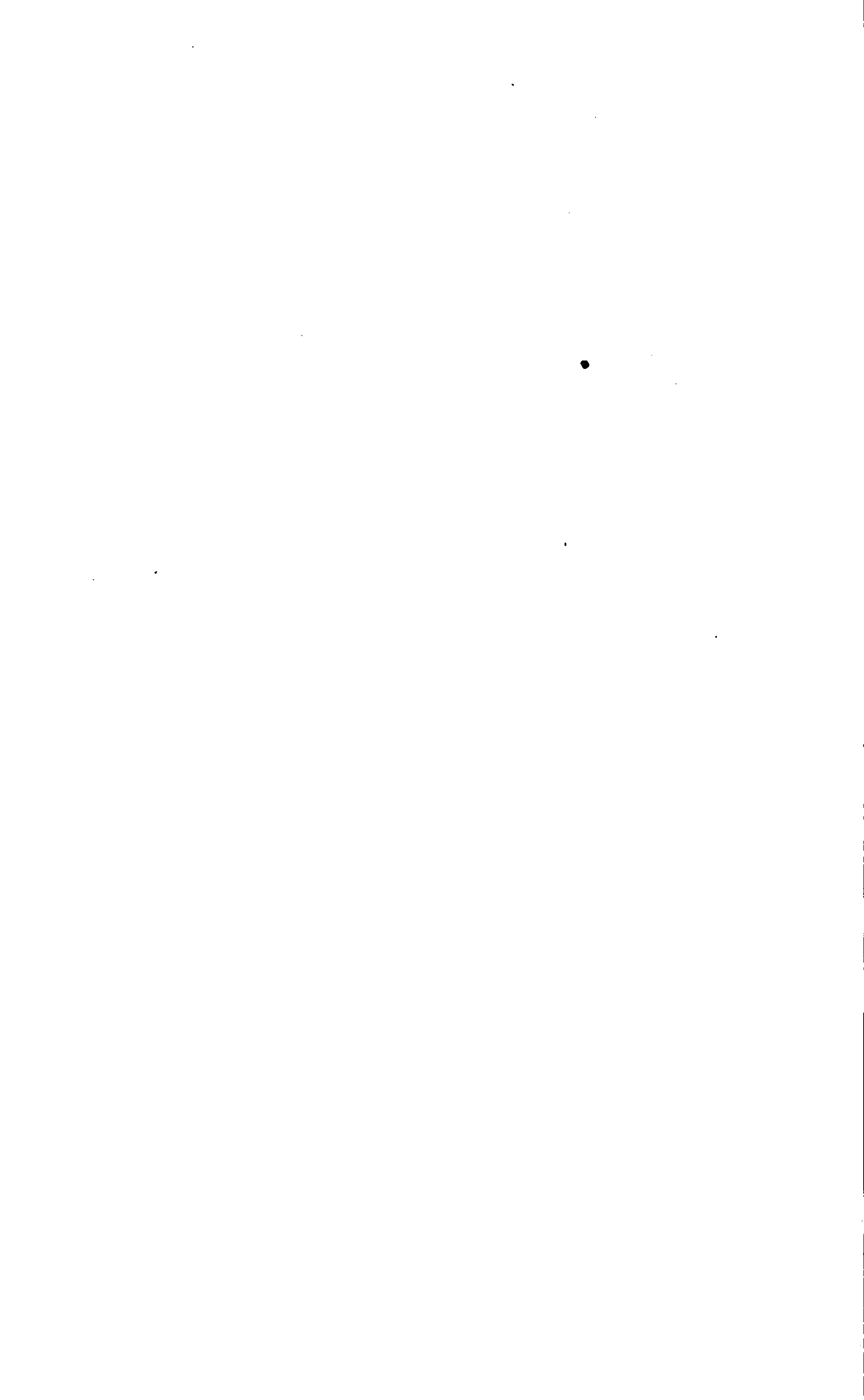
32°C

36.

18

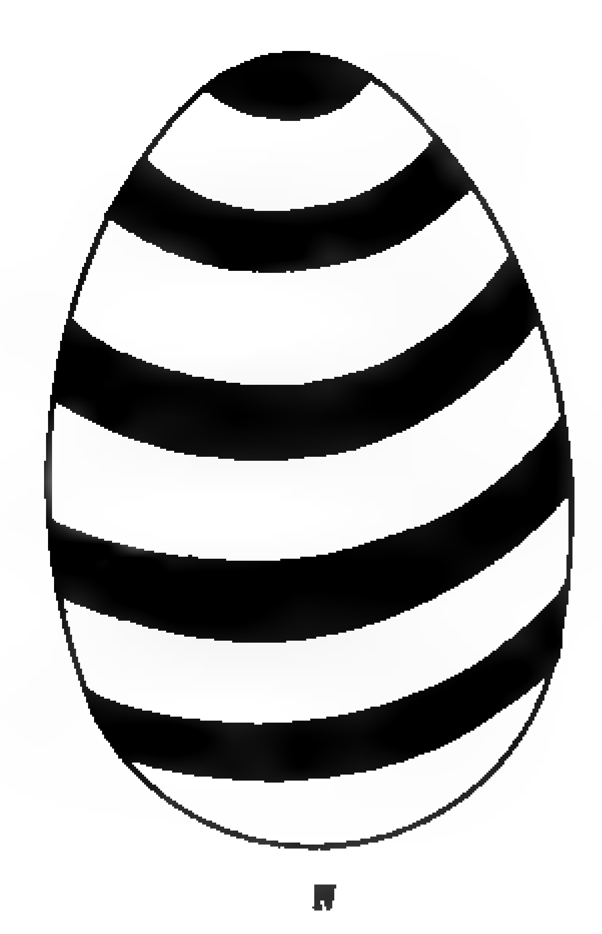
30°C


Fig 6
32 °C
Fig 7
36,5 °C
18
16
14
13
32 °C
29 °C
30 °C
33 °C
24 °C
23 °C
30



I

II



III

IV

C. Dusing del. Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Verlag v. Emil Strauss in Bonn



(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ueber sogenannte secundär-electromotorische Erscheinungen an Muskeln und Nerven.

Von

L. Hermann.

In einer vor Kurzem erschienenen Abhandlung [1]) führt E. du Bois-Reymond eine von ihm an Muskeln, Nerven und electrischen Organen beobachtete sogenannte secundär-electromotorische Erscheinung [2]) ins Feld, um von Neuem seiner Molecularhypothese und seiner Theorie des Electrotonus Stützen zu verleihen, gegenüber den wie ich glaubte vernichtenden Einwänden, welche gegen dieselben erhoben worden sind. Für wie wichtig der Verfasser diese Stützen hält, ersieht man aus dem Eingangssatze: „Ich halte die Zeit für gekommen, das Schweigen zu brechen, welches ich bisher über gewisse thierisch-electrische Versuche beobachtete, mit denen ich seit bald vierzig Jahren beschäftigt bin, und denen ich grosse Wichtigkeit beilege"; ferner aus wiederholentlichen Aeusserungen, nach welchen alle meine Ideen über Electrotonus vor

1) Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Acad. der Wissenschaften 1883, S. 343—404. Die Seitenangaben mit dBR. beziehen sich auf diese Abhandlung.

2) Als secundär-electromotorische Erscheinungen bezeichnet du Bois-Reymond solche Wirkungen thierischer Theile, welche erst durch einen zugeleiteten Strom in der durchflossenen Strecke erzeugt werden, und erst nach der Oeffnung nachweisbar sind. Du Bois-Reymond theilt die thierisch-electrischen Erscheinungen in drei Kategorien: 1. Eigenströme ruhender und erregter Organe, 2. extrapolare Wirkungen durchgeleiteter Ströme während ihrer Dauer (Electrotonus), 3. intrapolare Wirkungen, d. h. eben die secundär-electromotorischen. Man vermisst in dieser Aufzählung die extrapolaren Wirkungen nach Oeffnung des fremden Stromes, d. h. das Gebiet, dessen Gesetz ich für den Nerven zuerst festgestellt habe, wie du Bois-Reymond selber erwähnt. Ueber diese Erscheinungen am Nerven und am Muskel siehe unten sub 4.

den neuen Thatsachen „vorläufig zu Spreu werden“ und „die Erforschung des Electrotonus von vorn anzufangen“ hätte (dBR. S. 380).

Man wird es mir nicht verübeln, dass ich angesichts des gegen mich aufgefahrenen schweren Geschützes, ohne die vom Verfasser angekündigten weiteren Abhandlungen desselben über den gleichen Gegenstand (dBR. S. 343) abzuwarten [1]), sogleich an die thatsächliche und theoretische Prüfung der neuen Position ging, und das Resultat dieser Prüfung hier mittheile. Man wird dann sehen, wie weit die angeführten Erwartungen und Aeusserungen du Bois-Reymond's berechtigt sind.

1. Die thatsächlichen Angaben du Bois-Reymond's.

Die zum Theil neuen, zum Theil schon früher kurz von ihm mitgetheilten Thatsachen, welche du Bois-Reymond anführt, sind kurz folgende:

An Muskeln, Nerven und electrischen Organen zeigt sich, wenn man eine Strecke derselben der Länge nach durchströmen lässt, und unmittelbar nach der Oeffnung einen Theil der durchflossenen Strecke zum Galvanometer ableitet, nicht immer die gewöhnliche innere Polarisation, d. h. eine dem durchgeleiteten Strome entgegengesetzte Wirksamkeit. Ist nämlich der durchgeleitete Strom sehr kräftig (an Oberschenkelmuskeln mindestens 2 Grove, am Ischiadicus mindestens 5 Grove), und die Schliessungszeit sehr kurz, so tritt statt der entgegengesetzten eine gleichsinnige Wirkung, oder auch eine doppelsinnige, zuerst entgegengesetzte, dann gleichsinnige Wirkung auf. Diese gleichsinnige Wirksamkeit ist entschiedener als die entgegengesetzte an den Lebenszustand gebunden, und soll ferner mehr oder weniger deutlich durch diejenige Stromrichtung begünstigt sein, welche dem Ablauf der natürlichen Erregung (in Muskeln und Nerven), resp. der Richtung des Schlages (im electrischen Organ) entspricht.

1) Dass diese späteren Abhandlungen sich in ganz anderen Richtungen bewegen als die Untersuchungen, welche ich hier mitzutheilen habe, dass ich also nicht etwa Gefahr laufe, du Bois-Reymond in der Publication von ihm bereits bekannten Dingen vorzugreifen, ergiebt sich aus der Andeutung dBR. S. 396, mehr noch aus der ganzen Richtung meiner Untersuchungen und ihren Resultaten.

2. Die theoretischen und polemischen Bemerkungen du Bois-Reymond's.

Du Bois-Reymond bezeichnet die von Peltier entdeckte entgegengesetzte Nachwirkung der durchflossenen Strecke, welche schon bei schwachen Strömen, namentlich nach längerer Dauer derselben, vorhanden ist, als negative Polarisation. Gegen diese Bezeichnung ist Nichts einzuwenden, als höchstens dass das Wort „negative" überflüssig ist. Dass die Erscheinung auf wahrer galvanischer Polarisation beruht, geht aus ihrem ganzen Habitus unzweifelhaft hervor, so aus ihrer Richtungsbeziehung zum hervorrufenden Strome, aus ihrem raschen Verschwinden nach der Oeffnung desselben, aus den Beziehungen ihrer Grösse zu derjenigen des Stromes und zur Dauer des Geschlossenseins, ferner aus den von mir gefundenen [1]) Beziehungen ihres Betrages zu der Lage der Schichtung heterogener Substanzen in den thierischen Theilen, welche du Bois-Reymond zu erwähnen unterlassen hat, obgleich ein solcher Nachweis doch wohl mehr werth ist als blosse Speculationen über die Ursache der inneren Polarisation (dBR. S. 346). Dass nun jede galvanische Polarisation dem polarisirenden Strome entgegengesetzt, also wie du Bois-Reymond sagt, „negativ" sein muss, ist eine solche Naturnothwendigkeit wie das Princip von der Erhaltung der Kraft, mit dem ja das Polarisationsgesetz in der That in der tiefsten Beziehung steht; deshalb konnte der Zusatz negativ füglich wegbleiben.

Er war aber für du Bois-Reymond nothwendig, weil er auf die befremdende Idee gekommen ist, die von ihm beobachteten, dem Strome gleichsinnigen Wirkungen als — positive Polarisation zu bezeichnen. Nicht das tadle ich, dass diese Bezeichnung Verwirrung stiftet, weil ich vor 12 Jahren als positive und negative Polarisation die Polarisation des Nerven unter der positiven und negativen Electrode unterschieden habe, denn ich bin nicht so kühn zu verlangen, dass du Bois-Reymond auf von mir eingeführte Termini technici Rücksicht nehme, in deren Erfindung nach ihm ja meine ganze Kunst besteht (dBR. S. 402). Schlimmer wäre es freilich, wenn du Bois-Reymond selber

1) Vgl. dies Archiv Bd. V, S. 232 ff.

diese Ausdrücke einst mit Bezug auf die + und — Electrode gebraucht hätte, wie Pflüger in einem Citat angiebt[1]); doch konnte ich, wie ich schon früher bemerkt habe, die Originalstelle hierzu nicht finden[2]). — Nein, befremdend ist die Bezeichnung positive Polarisation, weil sie die Erscheinung als eine Umkehrung der gewöhnlichen Polarisation hinstellt, als ob der galvanische Strom in seinem Leitersystem, anstatt wie gewöhnlich Gegenkräfte, gelegentlich auch, und zwar nach vergleichbaren Principien, gleichsinnige Kräfte hervorrufen könnte. Dass du Bois-Reymond von dieser seltsamen Meinung nicht weit entfernt ist, dass er allen Ernstes auf Grund seiner Versuche eine verkehrte Polarisation für möglich hält, geht aus der ganzen Abhandlung hervor, namentlich auch aus der Zusammenstellung mit der vermeintlichen verkehrten Polarisation „an der Grenze" (also ganz nach dem Schema wahrer Polarisation) zwischen Salzlösung und Wasser (dBR. S. 347), oder Eisen und Zinksulphat (dBR. S. 399 f.). Hatte aber du Bois-Reymond auch nur den mindesten Zweifel an dieser Verwandtschaft, so war er, selbst wenn er nur „physicalisch-geschulte Köpfe" (S. 401) als Leser voraussetzte, verpflichtet, diesen Ausdruck sorgfältig zu vermeiden. Wenn Jemand einmal bei Annäherung eines Magneten an einen Leiter in diesem einen Strom auftreten sieht, welcher seiner Richtung nach den Magnetenpol anziehend wirken müsste, so wird er doch wahrhaftig nicht sagen, es gebe neben der richtigen auch unter Umständen eine verkehrte Induction, sondern er wird sagen, hier müsse ein Fehler oder etwas was mit Induction nicht das Mindeste zu thun hat zu Grunde liegen. Ebenso aber musste, als an so vieldeutigen, complicirten Gebilden wie Muskel und Nerv, noch dazu mit Strömen von 20—50 Grove'schen Elementen, also mit sonst verpönten Stromstärken, ein dem Strome gleichsinniger Nachstrom gefunden wurde, auf das Aengstlichste vermieden werden, diese Wirkung als verkehrte Polarisation zu bezeichnen; sondern man musste sagen: entweder liegt eine Fehlerquelle vor, oder die Erscheinung hat mit Polarisation nicht das Geringste zu thun. Sollte die Zukunftsphysik eines Tages wirklich eine verkehrte („positive") Polarisation entdecken, so wird sie sich sicher nicht

1) Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus S. 438.

2) Vgl. dies Archiv Bd. XXXI, S. 100, Anm. 2.

auf Versuche mit zerstörenden Stromstärken, an den vergänglichsten Objecten der Welt angestellt, stützen. Auch jene oben angeführten Fälle von Eisen und Zinksulfat etc. werden sich unzweifelhaft bei näherer Untersuchung als etwas ganz anderes herausstellen, denn als Umkehrung des Polarisationsgesetzes.

Dass ich auf einem Gebiete, auf dem ich „als Reformator auftrat", die „grundlegende Thatsache" der gleichsinnigen intrapolaren Nachwirkung (so will ich im Folgenden das bezeichnen, was du Bois-Reymond positive Polarisation nennt) nicht entdeckt habe, macht mir der Verfasser (S. 380) zum Vorwurf, — beiläufig eine ganz neue Art, Angriffe vom Zaune zu brechen. Ebensogut könnte ich ja ihm vorwerfen, dass er die extrapolare Nachwirkung, das Gesetz des Actionsstroms, des Secretionsstroms u. dergl. nicht entdeckt hat, und vollends gewisse Erscheinungen seines eigenen Thema's, welche unten an das Licht kommen werden. Und wie Vieles mag noch zu entdecken sein, wenn jemand sich entschliesst, den Muskeln und Nerven, statt mit den früher gefürchteten Batterien von 20—50 Grove's, mit vielen Hunderten oder Tausenden von Elementen zu Leibe zu gehen?

Das Merkwürdigste der ganzen Abhandlung ist aber die Art, wie die neue Thatsache der gleichsinnigen intrapolaren Nachwirkung ausgenutzt wird. Wenn es wahr ist, dass meine Electrotonus-Theorie der von mir gefundenen Electrotonusströme im Muskel „so dringend bedarf" (dBR. S. 344. Anm.)[1]), so enthüllt sich nun, dass die „positive Polarisation" für die du Bois'sche Moleculartheorie des Electrotonus noch viel unentbehrlicher ist. Sie soll nämlich nicht mehr und nicht weniger sein, als die Demonstratio ad oculos, dass der Strom in den thierischen Gebilden electromotorische Molekeln in seinem Sinne dreht (S. 401)!

„Wiederholt, und von zwei ganz verschiedenen Grundhypothesen aus, hat Herr Hermann demonstrirt, dass in der intrapolaren Strecke ein dem polarisirenden Strom entgegengesetzter

1) Vergebens frage ich mich, warum denn die du Bois'sche Theorie des Electrotonus weniger dringend eines Muskel-Electrotonus bedarf als die meinige. Muskel und Nerv enthalten ja dasselbe Molekelschema, und was den Nervenmolekeln recht ist, nämlich Drehung durch den Strom, sollte doch den Muskelmolekeln billig sein.

Polarisationsstrom herrschen müsse. Ich bin neugierig, durch welche Hülfshypothese er jetzt mit dem wirklich darin herrschenden positiven Polarisationsstrom fertig werden wird." So schreibt du Bois-Reymond (S. 402). Dass nach mir auch einige seiner eifrigsten Molecularanhänger, z. B. Bernstein[1]) und v. Fleischl[2]), ketzerisch genug waren, im Gegensatz zu ihm der intrapolaren Strecke eine dem Strom entgegengesetzte Wirkung zuzuschreiben, verschweigt er, und auf die Hülfshypothesen dieser Autoren ist er — für mich recht schmeichelhaft — nicht neugierig.

Aber mit welchem „wirklich darin herrschenden positiven Polarisationsstrom" soll denn meine Theorie und meine Hülfshypothesen sich abzufinden haben? Seit wann ist denn der Nachweis eines Nachstroms nach der Oeffnung irgendwie massgebend für die Annahme eines Bestandstroms während der Schliessung?[3]) Würden etwa die Physiker die gewöhnliche Polarisation aus dem polarisatorischen Nachstrom allein herzuleiten gewagt haben, wenn dieselbe nicht während der Schliessung selber an der beständigen Abnahme des durchgeleiteten Stromes sich nachweisen liesse? Und was würde du Bois-Reymond sagen, wenn Jemand sich einfallen liesse, aus dem von mir nachgewiesenen und von Fick bestätigten Umstande, dass die anodische extrapolare Strecke eines Nerven nach der Oeffnung einen dem polarisirenden Strome entgegengesetzten Nachstrom zeigt, zu schliessen, dass der Electrotonus auch während der Schliessung auf der Anodenseite diese Richtung hat?!

---

1) Dies Archiv Bd. VIII, S. 51 ff.

2) Sitzungsber. d. Wiener Acad. Math.-phys. Cl. 3. Abth. Bd. LXXVII, Sep.-Abdr. S. 15.

3) Dieser ganz unbegreifliche Fehler, Zustände die nach der Oeffnung beobachtet sind, ohne Weiteres auf die Schliessungszeit zu übertragen, spielt auch die Hauptrolle bei einem von du Bois-Reymond (S. 380) gegen einen Versuch von mir erhobenen Einwand. Vor 15 Jahren habe ich versucht, ob wirklich eine intrapolare Nervenstrecke etwas von dem ungeheuren gleichsinnigen Stromzuwachs zeigt, den die du Bois'sche Theorie erfordert, und habe nichts davon gefunden. du Bois-Reymond meint nun, dies rühre von meiner langen Schliessungszeit her, bei welcher die Polarisation negativ sein musste; bei kurzer Schliessungszeit hätte ich wegen positiver Polarisation das gesuchte Resultat erhalten müssen. Also ganz einfach jene Uebertragung, welche so absolut unzulässig ist!

Du Bois-Reymond beobachtet in der intrapolaren Strecke zwei mit einander kämpfende Nachwirkungen, die eine entgegengesetzt, die andere gleichsinnig dem durchgeleiteten Strome, erstere etwas flüchtiger, die zweite etwas nachhaltiger und überhaupt nur nach kurzen Schliessungen sehr starker Ströme nachweisbar. Er schliesst unberechtigterweise, dass beide Wirkungen auch während der Schliessung vorhanden seien. Da nun zwei gleichzeitige gewöhnliche Polarisationen, eine richtige („negative") und eine verkehrte („positive"), nicht recht denkbar seien, so nimmt er an, dass nur die erstere auf wahrer innerer electrolytischer Polarisation, die letztere aber auf Einstellung electromotorischer Molekeln im Sinne des Stromes beruhe. Er „glaubt nicht, dass ein physikalisch geschulter Kopf zu einem andern Schlusse gelangen wird" (dBR. S. 401). Und dies, und nichts Anderes ist der „wirklich herrschende positive Polarisationsstrom", dem ich einen negativen gegenübergestellt hatte, und der mich nun zur Verzweiflung bringen soll!

Wie nun diese Drehung der Molekeln durch den Strom bewirkt werden soll, davon erfährt man leider auch aus der neuen Abhandlung Nichts, als dass du Bois-Reymond für diesen der Zukunftsphysik angehörigen Vorgang auch heute noch keine Theorie aufstellen kann, und dass es daher bis auf Weiteres bei dem Ziehen an den Schnüren der vor den gläubigen Zuhörern aufgestellten Modelle drehbarer Molekeln sein Bewenden haben muss. Meine vor Jahren ausgesprochene Bitte, dass die Verfechter der Moleculartheorie doch endlich einmal eine exacte Theorie ihrer Molekeln aufstellen möchten[1]), bleibt unerfüllt. Characteristisch ist, dass, sowie man den Versuch wagt, die gewöhnliche physicalische Denkweise auf das Gebiet der Molekeln anzuwenden, man zurückgewiesen wird, weil erst die Zukunftsphysik die nöthige Denkweise lehren werde. Meinen Einwand gegen die Zulässigkeit der ursprünglichen du Bois'schen Betrachtung nach der Grothuss'schen Theorie[2]) scheint du Bois-Reymond zwar als berechtigt anzuerkennen (dBR. S. 403, letzter Absatz), geht aber mit nur halb verständlichen Ausflüchten über denselben bedenklich leicht hinweg. Electrodynamische Erklärun-

---

1) Vgl. dies Archiv Bd. VIII, S. 267; Bd. XX, S. 393.

2) Dies Archiv Bd. VIII, S. 267 f.

gen will er nicht gelten lassen, und wie ich glaube mit Recht. Wo bleibt denn also nun die Theorie?

Ich kann nur wiederholen, was ich schon vor 10 Jahren gesagt habe, und wovon ich kein Wort zurücknehmen kann[1]): „Sobald das Molecularschema nicht mehr allein dazu dienen soll, die electromotorische Wirksamkeit des Nervencylinders auf kleinste Theilchen zurückzuführen, sobald bestimmte physicalische Einwirkungen auf diese letzteren behauptet und behandelt werden, muss man verlangen, dass sie eine bestimmtere Gestalt annehmen, welche physicalische Discussion zulässt. Die ursprüngliche du Bois'sche Moleculartheorie ist eine vollkommen erlaubte Annahme, sobald sie die Erscheinungen des Ruhestroms erklärt, was der Fall ist. (Ob sie nothwendig ist, ist eine andere Frage.) Auch die zweite Annahme du Bois-Reymond's, dass im thätigen Zustand die Kraft der Molekeln abnimmt, ist eine erlaubte, denn wie physiologische Vorgänge die Kraft dieser Molekeln erzeugen, so können andere physiologische sie auch vermindern. Mit seiner Theorie des Electrotonus betrat du Bois-Reymond aber ein anderes Gebiet; hier machte er aus dem Wesen seiner Molekeln Schlüsse auf die Einwirkung, welche streng definirbare physicalische Vorgänge auf sie ausüben. Sofort erhebt sich hier die Frage nach den specielleren physicalischen Eigenschaften dieser Molekeln, und man kann nicht Prüfungen, die auf die Annahme solcher physicalischen Eigenschaften gegründet sind, und daraus entnommene Einwände mit Bernstein als „lächerlich“ bezeichnen. Ist eine solche Molekel wirklich ein so unnahbares Ding, dass man sich durchaus nichts bestimmt Physicalisches darunter denken darf, dann darf man auch nicht behaupten wollen, wie electrische Ströme darauf wirken.“

Noch weitere Bemerkungen über den Werth der Molecularhypothese findet man in diesem Archiv Bd. XXVI, S. 485, auf welche Stelle ich einfach verweise, weil sie manchem Leser näher zur Hand sein wird, als jene ältere.

Die von mir aufgestellte einfache, und auf nachgewiesene Thatsachen gegründete Theorie des Electrotonus will du Bois-Reymond natürlich nicht gelten lassen, wenigstens für jetzt nicht, da er (in 10 Jahren) noch keine Zeit gefunden hat eigene Unter-

---

1) Dies Archiv Bd. VIII, S. 267 f.

suchungen darüber anzustellen (dBR. S. 379). Sein eigener Standpunkt hat sich aber auf das Merkwürdigste verändert. Früher nahm er die intrapolare gleichsinnige Molekeldrehung rein hypothetisch an, um daraus die extrapolare ableiten zu können. Heute glaubt er die intrapolare gleichsinnige Drehung direct erwiesen zu haben (mit welchem Rechte, ist oben erörtert und wird sich in den folgenden Paragraphen überraschend aufklären), aber für den extrapolaren Electrotonus entbehren zu können. Er sagt nämlich (S. 379): „Sicher ist, dass, auch wenn die extrapolaren Electrotonusströme" (wie es die gegnerische Theorie behauptet) „nur auf Stromschleifen beruhen, das Wesen des Electrotonus, als in positiver Polarisation bestehend, dadurch nicht berührt würde. Nur der misslichen Verpflichtung, dessen Ausbreitung über die Electroden hinaus zu erklären, wäre man los." Deutlicher kann der Bankerott der Molecularhypothese nicht erklärt werden. Die intrapolare Moleculareinstellung, ursprünglich erfunden nur um die extrapolare zu erklären, wird nachdem sie dies nicht hat leisten können, auf unzulässiger Basis von Neuem angenommen, und kalten Blutes als „das Wesen des Electrotonus" erklärt, obgleich sie, worauf ich schon wiederholt aufmerksam gemacht habe, nicht einmal den Gegensatz von An- und Catelectrotonus und den Indifferenzpunct zu erklären vermag. Die wirklich nachgewiesene Polarisation der Nervenkerne aber, welche diesen Gegensatz trefflich erklärt, und ausserdem auch die extrapolare Ausbreitung, ist nicht das Wesen des Electrotonus!

Vielleicht mit Ausnahme der kürzlich von mir beleuchteten phantastischen Speculationen über den Schlag der Zitterfische [1]), hat sich der Abgrund falscher Naturauffassung, vor dem die Moleculartheorie steht, nie grauenhafter enthüllt. Mögen Andere das Sacrificium intellectus, sich der Kritik einer vermeintlich geheiligten Hypothese zu enthalten, für pietätvoll halten; ich rechne es mir zum Verdienst an, der Physiologie auf diesem Gebiet die Principien zurückerobert zu haben, welche in der Naturwissenschaft über allen Rücksichten stehen: strenges Denken und Verwerfen des Falschen; und ich mache mir Nichts daraus, dass du Bois-Reymond, der noch heute von Ruheströmen unversehrter Muskeln fabelt (dBR. S. 401), das Resultat meiner sechszehnjäh-

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXVI, S. 483 ff.

rigen Arbeit nur zu bezeichnen weiss (S. 402) als eine „Polemik, welche mehr neue Kunstausdrücke als Thatsachen zu Tage förderte.“ Diejenigen aber, welche widerlegte Angaben und Hypothesen blindlings nach wie vor in Lehrbüchern, Hörsälen und populären Schriften verbreiten, laden eine Schuld auf sich, deren Verantwortung sie dereinst beschämen wird.

3. Untersuchung der intrapolaren Nachströme der Muskeln und Nerven.

Wir gehen nun an die Aufgabe, die von du Bois-Reymond gefundene gleichsinnige intrapolare Nachwirkung in den Richtungen weiter zu verfolgen, welche zur Erklärung führen könnten.

Nachdem ich durch Wiederholung der hauptsächlichsten Versuche du Bois-Reymond's mir eine Anschauung der Erscheinung verschafft hatte, erschien es vor Allem wünschenswerth, diese Versuche in einem Puncte zu ergänzen. du Bois-Reymond legte dem Muskel die stromzuführenden Electroden an der einen Seitenfläche, die ableitenden an der gegenüberliegenden an. Hierbei könnte unter gewissen Annahmen hinsichtlich der Einlagerung polarisirbarer schlechtleitender Zwischenplatten ein gleichsinniger Nachstrom aus gewöhnlicher („negativer“) Polarisation hervorgehen. Diese Möglichkeit wird erst dann beseitigt, wenn der gleichsinnige Nachstrom auch bei gleichseitiger Ableitung (zwischen den zuleitenden Electroden) vorhanden ist. Dies letztere war nun in der That der Fall: es zeigte sich kein wesentlicher Unterschied zwischen den Resultaten bei gleichseitiger und bei gegenseitiger Ableitung.

Im Uebrigen genügten zur Darstellung der wesentlichsten Erscheinungen die einfachsten Vorrichtungen. Zur Schliessung des Galvanometerkreises unmittelbar nach Oeffnung des Kettenkreises diente eine Pohl'sche Wippe ohne Kreuz, welche bei 1, 2 in den Kettenkreis, bei 4, 5 in den Galvanometerkreis eingeschaltet war. Bei meinen älteren Versuchen über extrapolare Nachströme[1]) hatte sich dies Verfahren wegen unzureichender Isolationsfähigkeit

2 3
1 — | ...... | — 4
6 5

1) Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. 3. Heft. Berlin 1868. S. 71 ff

des Wippenholzes nicht ausreichend erwiesen; bei intrapolaren Nachströmen sind aber die Wirkungen geringer Isolationsmängel viel unbedeutender als bei extrapolaren (s. hierüber unten sub 4). Später wurde die hölzerne Wippe mit einer solchen aus Paraffin vertauscht (s. unten S. 116). Das Umlegen auf Ketten- und Boussolschluss geschah mit der Hand, möglichst schnell, bei längeren Schliessungszeiten mit der Uhr.

Am Muskel zeigte sich bei möglichst kurzen Schliessungen der Nachstrom meist doppelsinnig: eine rasche, zuweilen nur zuckende, gegensinnige, und dann eine länger bestehen bleibende, meist überhaupt nur unvollkommen schwindende gleichsinnige Ablenkung[1]). Ich kann vollkommen bestätigen, dass das Hervortreten resp. das alleinige Auftreten des gleichsinnigen Nachstromes durch Kürze der Schlusszeit und Stärke des Stromes begünstigt wird, dass ferner diese Erscheinung durchaus an den Lebenszustand, und wie ich hinzufügen kann, an die Erregbarkeit der thierischen Gebilde gebunden ist. Durch Ermüdung, auch wenn letztere durch gewöhnliches Tetanisiren herbeigeführt wird, gehen rein gleichsinnige Nachströme in doppelsinnige, und doppelsinnige in rein gegensinnige über. Dagegen ist der gegensinnige Nachstrom, besonders beim Nerven, eine äusserst dauerhafte Er-

1) Dass du Bois-Reymond wie mir scheint doppelsinnige Wirkungen viel seltener gesehen hat als ich, liegt höchstwahrscheinlich in der ungemeinen Leichtigkeit des Magnetgehänges meines Galvanometers; dasselbe wiegt nur 0,9 gr (vgl. dies Archiv Bd. XXI, S. 436). Ausserdem erfordert die sehr wirksame Dämpfhülse meines Instrumentes (s. ebend.) einen relativ geringen Grad von Astasie für die Aperiodicität; es ist begreiflich, wenn schwerere oder astatischere Magnetgehänge sehr kleine zuckende negative Vorschläge, die mein Instrument noch sehr schön erkennen lässt, nicht anzeigen.

Bei diesem Anlass sei noch bemerkt, dass bei rasch schwindenden Polarisationsströmen die Geschwindigkeit der Magnetbewegung auch auf die Grösse der Ablenkung von sehr erheblichem Einfluss sein muss, da der Strom während der Ablenkung selber beständig kleiner wird. Dieser Einfluss von dem ich mich vielfach überzeugt habe (s. bei den Versuchen), ist durch die Aperiodicität besonders gross. Aus dem gleichen Grund werden auch, wie ich ebenfalls constatirt habe, die Ablenkungen rasch abnehmender Polarisationsströme durch Zurückziehen des Boussolgewindes nicht in gleichem Grade verkleinert wie die Ablenkungen constanter Ströme; die kürzere Zeit, welche die verkleinerte Ablenkung erfordert, bewirkt, dass das Maximum der Ablenkung auf einen stärkeren Strombestand fällt als bei voller Empfindlichkeit.

scheinung, welche selbst im Sommer noch nach 24—48 Stunden deutlich, wenn auch schwach, constatirbar ist, während der gleichsinnige Nachstrom immer nur an frischen Präparaten vorkommt. Da siedendes Wasser nach du Bois-Reymond's von mir bestätigter Angabe auch dem gegensinnigen Nachstrom ein Ende macht, so ist vielleicht der richtigste Ausdruck des Sachverhaltes der, dass der gegensinnige Nachstrom an die Erhaltung der Structur, der gleichsinnige an die Erhaltung des Lebens geknüpft ist. Der Electrotonus besitzt in seinem Verhalten eine gewisse Aehnlichkeit mit der gegensinnigen Nachwirkung, insofern er ebenfalls oft noch an erschöpften und lange überlebenden Nerven deutliche Spuren zeigt.

Ist nun die gleichsinnige Nachwirkung eine wesentlich an die Erregbarkeit gebundene Erscheinung, so drängt sich vor Allem die Frage auf, ob sie nicht vielleicht überhaupt eine Erregungserscheinung ist. Fast unbegreiflich ist es mir, dass du Bois-Reymond diese Frage nicht einmal aufwirft, und so an einer ungemein naheliegenden Erklärung ahnungslos vorübergeht, die ihm die Mühe erspart hätte, eine Erklärung in den Gefilden der Zukunftsphysik zu suchen.

Mein erster Gedanke beim Lesen der du Bois'schen Abhandlung war, dass die gleichsinnige Nachwirkung nichts Anderes ist, als der von anhaltender Oeffnungserregung herrührende Actionsstrom. Bekanntlich ist, wie Pflüger entdeckt hat, sowohl im Nerven wie im Muskel nach der Oeffnung starker Ströme die anelectrotonisirt gewesene Strecke Sitz einer heftigen und anhaltenden Erregung. Wir dürfen unbedenklich annehmen, dass diese Erregung an der Anode selber am heftigsten und nachhaltigsten ist und gegen den Indifferenzpunct hin abnimmt. Nach dem von mir aufgestellten Gesetze des Actionsstroms muss daher jeder der Anode nähere Punct sich nach der Oeffnung negativ verhalten gegen jeden entfernteren, also ein dem polarisirenden Strome gleichsinniger intrapolarer Nachstrom auftreten; dieser muss, da (wenigstens beim Nerven) der Indifferenzpunct bei starken Strömen nach Pflüger dicht an der Cathode liegt, sich über die ganze intrapolare Strecke ausdehnen.

Dieser Strom ist so unmittelbar nothwendig und, ohne alle Theorie, über jeden Zweifel erhaben, dass du Bois-Reymond wenigstens an ihn hätte denken müssen, und dann die Verpflich-

tung hatte zu untersuchen, wie weit er bei der von ihm gefundenen Erscheinung betheiligt ist, auch wenn etwa Gründe zu der Annahme gewesen wären, dass er zur Erklärung nicht allein ausreicht; solche Gründe sind aber, wie man sehen wird, nicht vorhanden. Statt dessen wird diese Erklärungsmöglichkeit nicht einmal erwähnt; einfach weil die Moleculartheorie von Neuem ihre Wirkung bewährt hat, die nächstliegenden Fortschritte zu lähmen.

Sehen wir zunächst, wie sich die Erscheinungsweise dieses Actionsstromes gestalten muss. Wäre der Indifferenzpunct in der Mitte, so würde nach der Oeffnung die anodische Hälfte der intrapolaren Strecke bei beliebig gelegenen Ableitungspuncten einen dem polarisirenden Strome gleichsinnigen Actionsstrom zeigen müssen; derselbe Strom müsste vorhanden sein, wenn ein Fusspunct des ableitenden Bogens in der cathodischen, der andere in der anodischen Hälfte läge; dagegen würde der Strom fehlen, wenn beide Fusspuncte in der cathodischen Hälfte lägen, doch wäre es denkbar, dass selbst in diesem Falle, wegen electrotonischer Ausbreitung des anodischen Actionsstromes, der Strom vorhanden wäre. Bei starken Strömen aber muss gradezu bei beliebiger intrapolarer Ableitung der gleichsinnige Nachstrom da sein.

Dieser Strom tritt nun in Conflict mit dem von der Polarisation selbst herrührenden Peltier'schen Gegenstrom der intrapolaren Strecke. Es liegt aber in der Natur der polarisatorischen Nachströme, dass sie erstens um so stärker sind je länger, bis zu einer gewissen Grenze, der Strom geschlossen war, zweitens nach der Oeffnung sehr steil abnehmen. Die günstigste Bedingung für das Hervortreten des Actionsstromes (der angeblichen positiven Polarisation) ist also vor Allem recht kurzer Stromschluss, so dass das Maximum des der Stromstärke entsprechenden Polarisationsbestandes nicht erreicht wird, auch dann aber wird leicht im ersten Moment nach der Oeffnung der polarisatorische Gegenstrom stärker sein als der gleichsinnige Actionsstrom, der Nachstrom also doppelsinnig sein. Die Hauptthatsachen erklären sich also, selbst ohne die weiter unten anzuführenden neuen Erscheinungen, durchaus einfach und ungezwungen.

Der nächste nothwendige Schritt, um die Zulässigkeit jener Erklärung zu prüfen, schien der, den Einfluss der Lage der ableitenden Electrode längs der intrapolaren Strecke auf die beiden Nachwirkungen, die gegensinnige und die gleichsinnige, zu unter-

suchen, eine Frage über welche *du Bois-Reymond* keine Versuche angestellt hat.

In der intrapolaren Strecke wurden zwei Paare ableitender Electroden angebracht, jedes in einen besonderen Boussolkreis mit Compensator eingeschaltet. Die Ablesungen an der einen Boussole übernahm Herr A. *von Gendre* aus St. Petersburg, welchem ich hierfür meinen besten Dank ausspreche. Die beiden Galvanometerkreise wurden gleichzeitig durch eine Wippe geschlossen, mit welcher der eine bei 1 und 6, der andere bei 4 und 5 verbunden war. Diese Wippe hatte statt des gewöhnlichen hölzernen Brettes ein solches von *Paraffin*, welches vortrefflich isolirende Material sich sehr gut an der Drehbank bearbeiten lässt. Die beiden Näpfe 2 und 3 waren in den Kettenkreis eingeschaltet, und wurden, wenn die Wippe nach ihrer Seite umgelegt wurde, durch den Kupferbügel mit einander verbunden. Das durch die Punctlinien angedeutete Verbindungsstück der drei Kupferbügel war ebenfalls aus Paraffin hergestellt[1]). Ferner stand die angewandte Kette, deren Grösse zwischen 1 und 18 Zinkkohlenelementen schwankte, ebenfalls auf Paraffinfüssen.

In der Regel wurden für die Versuche am Nerven zwei zusammengelegte Ischiadici verwendet, und zwar so, *dass das centrale Ende des einen mit dem peripherischen des andern zusammenlag.* Auf diese Weise wurden die von *du Bois-Reymond* behaupteten Unterschiede im Verhalten des Nerven, je nachdem derselbe in der centrifugalen oder centripetalen Richtung durchflossen wird, so vollkommen wie möglich eliminirt. Für die Versuche am Muskel wurde zunächst die Gruppe des Gracilis und Semimembranosus verwandt, und zwar die Gruppen *beider* Schenkel in ihrem natürlichen Zusammenhang an der Symphyse; die beiden Muskelgruppen wurden in einer früher von mir beschriebenen Vorrichtung mittels das Knieende umfassender Haken, welche durch Seidenschnüre mit elfenbeinernen Wirbeln zusammenhängen, unbeweglich ausgespannt. Der Strom wurde den beiden Knieenden zugeleitet; die beiden ableitenden Electrodenpaare lagen den zuleitenden Electroden möglichst nahe, also beide im unteren

---

1) Diese Paraffinwippe diente natürlich auch zu *einfachen* Versuchen, wobei 1, 6 oder 4, 5 unbenutzt blieb.

Abschnitt der Muskelgruppen, so dass auch hier die von du Bois-Reymond behaupteten Unterschiede im Verhalten des oberen und unteren Muskelabschnitts für den Versuch eliminirt waren.

Am Nerven zunächst zeigte sich kein durchgreifender Unterschied in den Ablenkungen beider Ableitungsstrecken je nach der Richtung des polarisirenden Stromes; d. h. es ist für die Nachströme gleichgültig, ob die abgeleitete Strecke sich nahe der Anode oder nahe der Cathode befindet.

Beispiele. 2 Ischiadici, in bezeichneter Weise zusammengelegt. Das Schema verdeutlicht die Lage der Electroden (↓ sind die ableitenden).

```
        c    c'                      d    d'
A | 5  ↓  8  ↓          40           ↓  8  ↓  5 | B
```

Die Ziffern bedeuten die Abstände in Millimetern. Zuleitung bei A und B. Ableitung bei cc' und dd'. Die Elemente sind, wie in allen folgenden Beispielen, Zinkkohlenelemente, die Schliessungszeit, wo nichts Anderes gesagt ist, eine sehr kurze. Da kein Werth darauf gelegt wurde, die Schliessungszeit jedesmal gleich zu machen, dieselbe also ohne Controlle aus freier Hand hergestellt wurde, so erklärt sich die Ungleichheit der Ablenkungen in den successiven Versuchen. In der Grösse vergleichbar sind also nur die gleichzeitig beobachteten Ablenkungen in cc' und dd'. Diese Bemerkung gilt für alle folgenden Versuchsbeispiele.

Die Vergleichbarkeit der beiderseitigen Ablenkungen in cc' und dd' ist natürlich noch durch die Verschiedenheit der beiden Boussolen complicirt, sowohl hinsichtlich der Empfindlichkeit, wie der Schwingungszeit des Magneten (s. oben S. 113, Anm.). Wir haben nun zwar die nöthigen Ablesungen vorgenommen, um die Ablenkungen beider Strecken möglichst annähernd auf diejenigen Werthe zu reduciren, die sie bei Verwendung zweier identischer Boussolen gehabt hätten. Doch hat diese Reduction keine practische Bedeutung und ist daher in den Versuchsbeispielen weggelassen. Dass die in cc' benutzte Boussole beträchtlich empfindlicher ist, sieht man auf den ersten Blick. ∞ bedeutet Ablenkung über den Scalenbereich hinaus.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Ablenkung durch den Nachstrom	
		in cc'.	in dd'.
3	←	— 75 k	— 30 a
„	←	— 32 k	— 20 a
„	→	— 158 a	— 80 k
„	→	— 102 a	— 40 k

Zahl der Ele-mente.	Richtung des pol. Stromes.	Ablenkung durch den Nachstrom in cc'.	Ablenkung durch den Nachstrom in dd'.
9	←	— 88 + 43 } k	— 55 + 25 } a
„	←	— 98 + 30 } k	— 40 + 20 } a
„	→	— 198 + 38 } a	— 55 + 35 } k
„	→	— 115 + 30 } a	— 50 + 40 } k
18	←	— 215 + 95 } k	— 55 + 65 } a
„	→	— ∞ + 100 } a	— 280 + 80 } k

Die zur leichteren Uebersicht beigefügten Buchstaben a und k bedeuten, dass die Ableitung im betr. Falle nahe der Anode, resp. nahe der Cathode lag.

Anderes Beispiel. 2 Ischiadici, ganz wie im vorigen Versuch. Distanzen:

A | 6 ↓c 10 ↓c' 35 ↓d 8 ↓d' 6 | B

Zahl der Ele-mente.	Richtung u. Schlusszeit des Stromes	Ablenkung durch den Nachstrom. in cc'.	Ablenkung durch den Nachstrom. in dd'.
3	← kurz	— 167 k	— 40 a
„	← „	— 138 k	— 34 a
„	→ „	— 46 a	— 15 k
„	→ s. kurz	— 210 a	— 70 k
9	← kurz	— ∞ + 47 } k	— 164 + 11 } a
„	← „	— 498 + 41 } k	— 140 + 10 } a
„	→ „	— 216 + 17 } a	— 40 + 35 } k
„	→ „	— 500 + 10 } a	— 105 + 20 } k
18	← s. kurz	— 343 + 158 } k	— 40 + 65 } a
„	← „	— ∞ + 132 } k	— 313 + 39 } a
„	← länger	— ∞ + 124 } k	— 266 + 35 } a
„	→ kurz	— 463 + 97 } a	— 67 + 60 } k
„	→ länger	— ∞ + 42 } a	— 161 + 60 } k

Ganz anders am Muskel. Hier ergab sich in vielen Versuchen eine so entschiedene Begünstigung des gleichsinnigen Nachstroms durch die Nähe der Anode, dass von einem Zufall nicht die Rede sein konnte, d. h. die gleichsinnige Phase war in der der Eintrittsstelle des polarisirenden Stromes nahen Ableitungsstrecke absolut, und relativ zur gegensinnigen, beträchtlich stärker als in der anderen Ableitungsstrecke, oder gar bei gewissen Stromstärken überhaupt nur in der ersteren vorhanden. Da dies Verhalten auch bei Umkehrung des Stromes bestehen blieb (die Stromrichtung wurde überhaupt jedesmal zwischen zwei Versuchen gewechselt), so konnte nicht die Individualität der beiden Muskeln die Ursache sein. Bedenklich war nur, dass, obgleich die Mehrzahl der Versuche das genannte Verhalten zeigte, in einigen Versuchen gar Nichts davon zu merken war, und einzelne wenige sogar das Gegentheil auszusagen schienen. Eine einzige Ausnahme aber musste schon verbieten, ein Gesetz aufzustellen, mochte die Mehrzahl der Versuche noch so lebhaft darauf hinweisen.

In dieser Verlegenheit fiel mir zum Glück ein Umstand ein, der schon öfters zum Nachtheil der Autoren übersehen worden ist, nämlich die Inscriptio tendinea, mit welcher bekanntlich[1]) sowohl Gracilis wie Semimembranosus beim Frosche versehen sind. Offenbar hat, wenn der ganze Muskel der Länge nach durchströmt wird, jede an der Inscriptio unterbrochene Faser hier eine Anoden-, resp. Cathodenstelle. Liegt nun eine Ableitungsstrecke in der unteren Hälfte eines aufsteigend durchflossenen Gracilis, und zwar symmetrisch zu Inscriptio und unterem Muskelende, so befindet sie sich keineswegs, wie man glauben möchte, im Bereich der Anode, sondern grade in der Mitte zwischen einer Anode und einer Cathode. Dass unter diesen Umständen Gracilis und Semimembranosus trotzdem meist das angegebene Verhalten zeigen, konnte daran liegen, dass erstens ihre Inscriptionen schräg verlaufen, so dass eine wirklich symmetrische Lage der Ableitungsstrecke zwischen Inscriptio und unterem Ende nicht vorkommen kann, zweitens die Inscriptio beim Semimembranosus nicht ganz durchgeht[2]), drittens die Ableitungsstrecken möglichst den unteren Muskelenden genähert waren.

1) Vgl. dies Archiv Bd. X, S. 49; Bd. XV, S. 223, Anm.

2) Vgl. du Bois-Reymond, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1876, S. 351 ff. (Ges. Abh. II, S. 573 ff.).

Jedenfalls aber war es, da die Inscriptio auf ein etwaiges Gesetz verwischend wirken musste, geboten, zu anderen Muskeln überzugehen, und ich wählte den Sartorius. Dies belohnte sich sofort auf das Schönste durch das ausnahmslose gewaltige Hervortreten eines einfachen Gesetzes: die gleichsinnige Phase tritt am Muskel entweder überhaupt nur in der der Anode nahen Ableitungsstrecke auf, oder sie ist, wenn sie auch in der cathodischen Strecke zum Vorschein kommt, was erst bei sehr starken Strömen vorkommt, hier unvergleichlich schwächer als in der anodischen Strecke. Die gegensinnige (erste) Phase zeigt sich umgekehrt in der cathodischen Strecke stärker, doch ist erstens dieser Unterschied lange nicht so erheblich, zweitens kann er einfach daher rühren, dass starke Entwicklung der gleichsinnigen Wirkung nothwendig die volle Ausbildung der gegensinnigen Ablenkung verhindern muss.

Beispiel. Sartorii, an der Symphyse S zusammenhängend. Zuleitung an beiden Knieenden bei A und B. Ableitung in der Nähe beider Knieenden bei cc' und dd'. Die Distanzen ergiebt beifolgendes Schema:

```
     c   c'         S          d'   d
A | 4 + 8 +   25    |    25    + 8 + 4 | B
```

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung durch den Nachstrom in cc'.	in dd'.
1	←	− 10 k, k	− 16 a, a
„	→	− 5 a, a	− 18 k, k
8	←	− 20 k, k	− 12, + 100 a, a
„	→	− 45, + 45 a,	− 107 k, k
„	←	− 58 k, ·	− 37, + 100 a, a
„	→	− 31, + 45 a, a	− 76 k, k
9	←	− 140 k, k	− 26, + 524 a, a
„	→	− 80, + 202 a, a	− 290 k, k
„	←	− 159, + 6 k, k	− 87, + 410 a, a
„	→	− 120, + 130 a, a	− 102, + 32 k, k
18	←	− 357, + 36 k, k	− 202, + 578 a, a
„	→	− 248, + 177 a, a	− 558, + 48 k, k

Die Ablesungen in cc' wurden von Herrn v. Gendre, die in dd' von mir vorgenommen. Die Empfindlichkeit der beiden Boussolen war nicht sehr verschieden (die meinige etwas empfindlicher). Dass trotzdem die Ablenkungen in cc' relativ kleiner waren als in dd', rührt, wie wir durch besondere Versuche festgestellt haben, davon her, dass die erstere Boussole einen viel langsamer schwingenden Magneten hat, so dass während der Ablenkung der Nachstrom schon beträchtlich abgenommen hat[1]).

In der Tabelle bedeuten die zur leichteren Uebersicht zugefügten Buchstaben a und k, dass die betr. Ablenkung dem mit der Anode resp. Cathode armirten Muskel angehört; dagegen bedeuten die starken Buchstaben **a** und **k** dass die betr. Ableitung nahe der physiologischen Anode oder Cathode lag; in vorstehendem Versuche fällt a mit **a** und k mit **k** zusammen, nicht aber in den folgenden.

Um das Gesetz noch schlagender festzustellen, wurden nunmehr Versuche angestellt, in welchen die Ableitung von beiden Sartorien an deren oberen Enden, in der Nähe der Symphyse lag. War das Gesetz richtig, so musste nunmehr die gleichsinnige Phase umgekehrt am cathodischen Muskel leichter oder allein hervortreten, weil die Ableitung am cathodischen Muskel der physiologischen Anode näher lag. Diese Voraussage bewährte sich auf das Schönste.

Beispiel. Sartorii, an der Symphyse S zusammenhängend. Zuleitung an beiden Knieenden A und B. Ableitung an beiden Muskeln in der Nähe der Symphyse, bei cc' und dd'. Die Distanzen ergiebt das Schema:

```
                           c    c'   S   d'   d
A|_________29_____________|_9__|_4_|_4_|_9__|_________29_____________|B
```

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung durch den Nachstrom. in cc'.	in dd'.
1	←	— 20 k, **a**	— 15 a, **k**
"	→	— 15 a, **k**	- 53 k, **a**
3	←	— 54 / + 26 k, **a**	— 119 a, **k**
"	→	— 24 a, **k**	— 50 / + 84 k, **a**

1) Die Boussole für cc' ist eine gewöhnliche Wiedemann'sche, die für dd' die von mir construirte und in diesem Archiv Bd. XXI, S. 430 beschriebene. Ihr äusserst wirksamer Dämpfer gestattet bei relativ geringer Astasie die Aperiodicität; daher die im Text erwähnte Ueberlegenheit (vgl. oben S. 113, Anm.)

Zahl der Ele- mente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung durch den Nachstrom in cc'.	in dd'.
„	←	− 99 / + 13 } k, a	− 97 a, k
„	→	− 26 a, k	− 68 / + 23 } k, a
9	←	− 43 / + 35 } k, a	− 134 a, k
„	→	− 69 a, k	− 28 / + 361 } k, a
„	←	− 62 / + 30 } k, a	− 191 a, k
„	→	− 88 a, k	− 38 / + 393 } k, a
18	←	− 83 / + 45 } k, a	− 269 a, k
„	→	− 186 a, k	− 106 / + 408 } k, a
„	←	− 53 / + 45 } k, a	− 188 a, k
„	→	− 220 a, k	− 222 / + 302 } k, a

Hinsichtlich der angewandten Boussolen und der dadurch bewirkten Unterschiede in den Ablenkungsgrössen gilt wiederum das beim vorigen Versuch Gesagte. (Auch hier besorgte die Ablesung in cc' Herr v. Gendre an einer Wiedemann'schen, die in dd' ich selbst an meiner Boussole.)

Das schöne Resultat dieser Versuchsreihen brachte mich auf den Gedanken, ob nicht noch eclatanter der Unterschied im Verhalten der An- und Cathode sich herausstellen würde, wenn die eine ableitende Electrode direct mit An- oder Cathode des polarisirenden Stromes vereinigt würde. Da jedoch diese Procedur, ihrem Wortlaut nach ausgeführt, die Gefahr der Einmischung „äusserer" Polarisation (in der Electrode selbst) involviren würde und es ja natürlich nur darauf ankommt, die physiologischen Electroden, d. h. die Eintrittsstellen des Ketten- und des Boussolkreises in die Fasern, zu identificiren, so verfuhr ich ganz einfach folgendermassen. Einem in meiner Spannvorrichtung ausgespannten Gastrocnemius wird der polarisirende Strom zu Achillessehne und Knieende zugeleitet. Von den beiden ableitenden Electroden liegt die eine ebenfalls am Achillesspiegel, etwas oberhalb der zuleitenden, die andere an der Wadenfläche des Muskels, etwa an der Grenze zwischen unterem und mittlerem Drittel der

Fleischstrecke. Man sieht leicht ein, dass bei aufsteigendem Strome die unteren Faserenden physiologische Anode und zugleich untere Ableitungsstelle sind, während die obere Ableitungsstelle von der physiologischen Cathode sehr entfernt liegt; bei absteigendem Strome ist physiologische Cathode und untere Ableitungsstelle vereinigt.

Das erwartete Resultat stellte sich mit überraschender Schönheit ein. Bei absteigendem Strome erhielt man fast nur gegensinnige Ablenkungen, bei aufsteigendem doppelsinnige oder rein gleichsinnige. Und zwar zeigt sich hier, ganz anders als beim gewöhnlichen Verfahren, die gleichsinnige Phase schon bei einem einzigen Zinkkohlenelement, während man sonst mindestens 2—3 braucht. Man kann also sagen: die Ableitung unmittelbar an der Anode ist die günstigste, die Ableitung unmittelbar an der Cathode die ungünstigste Bedingung zur Erhaltung der gleichsinnigen intrapolaren Nachstroms.

Beispiele. 1. (Links.) Gastrocnemius, in besprochener Weise zu- und abgeleitet. Ruhestrom ↑ 318 sc. = 0,0038 D. (Im Laufe des Versuches nimmt der Ruhestrom durch die sich summirenden Rückstände der gleichsinnigen Phasen bei aufsteigenden Strömen bis auf die fünffache Kraft zu; diese Zunahme zeigt sich in allen Versuchen.) — 2. (Rechts.) Gastrocnemius, ebenso. Ruhestrom ↑ 32 (vermind. Empfindl.) = 0,0065 D. (Zunahme während des Versuchs auf das $4^1/_2$fache.)

1. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung (des unteren Muskelendes).
1	↓	— 167 k
„	↑	— 35 + 122 } a
„	↓	— 290 k
„	↑	— 182 + 127 } a
„	↓	— 154 k
„	↑	— 89 + 125 } a
3	↓	— 320 k
„	↑	— 45 + ∞ } a

2. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung (des unteren Muskelendes.
Empfindlichkeit der Boussole stark vermindert.		
1	↓	— 13 k
„	↑	— 8 + 7 } a
„	↓	— 25 k
„	↑	— 15 + 3 } a
3	↓	— 47 k
„	↑	— 19 + 50 } a

1. Beispiel. (Forts.)

Zahl der Ele-mente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung (des unteren Muskel-endes).
Empfindlichkeit der Boussole stark vermindert.		
"	↓	— 6 k
"	↑	— 1 + 15 } a
"	↓	— 22 k
"	↑	— 1 + 18 } a
6	↓	— 13 k
"	↑	— 24 + 31 } a
9	↓	— 9 k
"	↑	— 17 + 32 } a
Empfindlichkeit ein wenig vergrössert.		
"	↓	— 41 k
"	↑	— 147 + 93 } a
"	↓	— 63 k
"	↑	— 127 + 43 } a

2. Beispiel. (Forts.)

Zahl der Ele-mente.	Richtung des Stromes.	Ablenkung (des unteren Muskel-endes).
"	↓	— 51 k
"	↑	— 13 + 44 } a
9	↓	— 38 k
"	↑	+ 123 a
"	↓	— 27 k
"	↑	— 110 + 81 } a
18	↓	— 237 k
"	↑	— 40 + 107 } a
"	↓	— 85 + 19 } k
"	↑	— 30 + 58 } a

Es giebt noch eine andere Art, eine physiologische Electrode des polarisirenden Stromes mit einer physiologischen Ableitungsstelle zu identificiren, nämlich die Zu- resp. Ableitung zu einer abgestorbenen Muskelstrecke, an Stelle der Sehne im eben angeführten Versuch. Die Ausführung dieser Modification ergiebt nun zwar nicht das bei oberflächlicher Betrachtung vielleicht erwartete Resultat, sondern ein gewissermassen entgegengesetztes, das aber grade unser Grundgesetz in überraschendster und belehrendster Weise bestätigt.

Ich verwandte für diese Versuche die von mir zuerst angegebene Methode eine Strecke des Muskels wärmestarr zu machen[1]),

1) Vgl. dies Archiv Bd. IV, S. 167.

welche später du Bois-Reymond als Herstellung eines „thermischen Querschnitts" bezeichnet hat[1]). Der Versuch lässt sich natürlich mittels eines einzigen Muskels anstellen, nach dem Schema des letztangeführten Versuchs, nur dass an Stelle der Sehne eine wärmestarre Strecke tritt. Noch hübscher aber gestaltet sich der Versuch bei folgendem Verfahren.

Beide Sartorien eines Frosches werden so präparirt, dass sie an ihrem Symphysenende im Zusammenhang bleiben. Sie werden dann zusammengelegt, und das Symphysenende beider etwa 8mm weit in heisses Wasser getaucht, und so wärmestarr gemacht. Das Muskelpaar wird dann wieder entfaltet, und mittels zweier durch die Kniesehnen gesteckter Igelstachel auf einer Korkplatte ausgespannt. Der polarisirende Strom wird beiden Kniesehnen zugeleitet, die Ableitung geschieht einerseits im wärmestarren Bereich (an der Symphyse), andrerseits im oberen Abschnitt des lebenden Theils des einen Muskels. Ist letzterer z. B. der rechte, so dient der linke offenbar nur als indifferenter Zuleiter des polarisirenden Stromes; der eigentliche Versuchsmuskel aber ist der rechte, für welchen die obere polarisirende und die obere ableitende Electrode identificirt sind, und am thermischen Querschnitt liegen. Am Schlusse des Versuches kann man dann durch Verlegung der ableitenden Längsschnittselectrode an den anderen Muskel auch an diesem experimentiren. Natürlich kommt bei diesen Versuchen der volle Demarcationsstrom zur Ableitung, welcher zunächst zu compensiren ist.

Man sollte nun nach Analogie des vorigen Versuches erwarten, dass die gleichsinnige Phase des Nachstroms nur dann hervortritt, wenn die physiologische Anode mit der einen Ableitungsstelle vereinigt ist, oder mit anderen Worten, wenn der polarisirende Strom vom nicht abgeleiteten zum abgeleiteten Muskel, also in letzterem abterminal gerichtet ist. Statt dessen stellt sich nun grade in diesem Falle die gleichsinnige Phase niemals ein, während sie bei entgegengesetzter Stromrichtung zuweilen zu Stande kommt.

Sofort aber wurde mir die Ursache dieser scheinbaren Abweichung klar. Bekanntlich hat Biedermann[2]) gefunden, dass

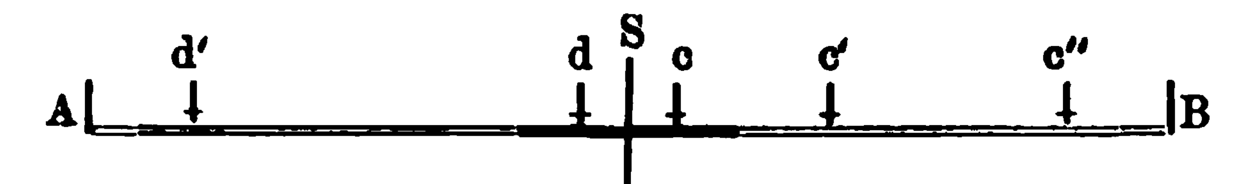
1) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1873. S. 526. (Ges. Abh. II, S. 409.)

2) Sitzungsber. d. Wiener Acad. Math. naturw. Cl. 3. Abth. Bd. LXXX, S. 367 ff.; Bd. LXXXIII, S. 289 ff.; Bd. LXXXV, S. 144 ff.

die Oeffnungserregung bei Strömen, deren Anode mit dem künstlichen Querschnitt zusammenfällt, ausbleibt. Das Ausbleiben der gleichsinnigen Nachstromphase bei abmortaler[1]) Stromrichtung ist also ein neuer sehr schöner Beweis, dass dieser Nachstrom auf das Innigste an die Oeffnungserregung geknüpft ist. Ich bemerke noch beiläufig, dass sich bei diesen Versuchen vielfach von selber Gelegenheit bietet, die Angaben Biedermann's und Engelmann's (mit van Loon) über die erregende Wirkung der abmortalen und admortalen Ströme zu bestätigen, da wir stets einen abmortal und einen admortal durchströmten Muskel im Kreise haben.

Oben ist schon angedeutet, dass sich bei atterminaler Stromrichtung zuweilen die gleichsinnige Phase einstellt. Wie leicht vorauszusagen war, tritt dies um so leichter ein, je näher dem Knieende die andere ableitende Electrode zu liegen kommt, je weiter sie also bei admortaler Stromrichtung in den Bereich des Anelectrotonus hineinrückt.

Beispiele. Jedesmal 2 Sartorien, in bezeichneter Weise hergerichtet und abgeleitet. Das folgende Schema verdeutlicht den Versuch.



S bedeutet wie früher die Symphyse, AS und BS die beiden Sartorien, der doppellinige Theil soll den lebenden, der geschwärzte den wärmestarren Antheil bedeuten. A, B sind die Electroden des polarisirenden Stromes, cc', resp. cc'' und dd' die ableitenden Electroden in den einzelnen Versuchen.

---

1) Die von mir eingeführte Benennung der Stromrichtungen nach ihrer Beziehung zu den Faserenden (dies Archiv, Bd. XVI, S. 198) ist von Biedermann, Engelmann, Grützner u. A. adoptirt worden; jedoch bezeichnen diese Autoren einen vom Faserende in den Muskel hineingehenden Strom auch dann als „abterminal", wenn das Faserende mit künstlichem Querschnitt versehen ist; während ich in diesem Fall von „abmortalen Strömen" spreche. Grade die Biedermann'schen Thatsachen machen diese Unterscheidung wünschenswerth. Ich kann z. B. mein Resultat kurz so ausdrücken: Ein abterminaler Strom liefert unter den angegebenen Bedingungen gleichsinnige Nachstromphase, ein abmortaler nicht.

1. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes in AB.	Ablenkung durch den Nachstrom.
Ableitung in cc'; Ruhestrom → ∞ = 0,0311 D.		
1	←	— 26 adm.
„	→	— 32 abm.
3	←	— 64 adm.
„	→	— 42 abm.
6	←	— 42 adm.
„	→	— 61 abm.
9	←	— 1, + 26 adm.
„	→	— 60 abm.
18	←	— 370, + 110 adm.
„	→	— 590 abm.
Ableitung in dd'; Ruhestrom ← 565 sc. = 0,0436 D.		
1	←	— 20 abm.
„	→	— 10 adm.
6	←	— 315 abm.
„	→	— 482, + 55 adm.
9	←	— 429, + 10 abm.
„	→	— 215, + 108 adm.
18	←	— ∞ abm.
„	→	— ∞, + 118 adm.

2. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des Stromes in AB.	Ablenkung durch den Nachstrom.
Ableitung in cc''; Ruhestrom → ∞ = 0,0465 D.		
1	←	— 41 adm.
„	→	— 40 abm.
3	←	+ 30 adm.
„	→	— 160 abm.
6	←	— 153, + 98 adm.
„	→	— 260 abm.
9	←	— 130, + 232 adm.
„	→	— 630 abm,
18	←	— 230, + 659 adm.
„	→	— ∞ abm.
Ableitung in dd'; Ruhestrom ← ∞ = 0,0448 D.		
1	←	— 70 abm.
„	→	— 117, + 30 adm.
„	←	— 30 abm.
„	→	— 53, + 14 adm.
4	←	— 183 abm.
„	→	— 45, + 55 adm.
9	←	— 496 abm.
„	→	— 516, + 258 adm.
18	←	— ∞ abm.
„	→	— ∞, + ∞ adm.

In diesem und den folgenden Beispielen bedeuten die zur leichteren Uebersicht beigefügten Zeichen adm. und abm. die admortale, resp. abmortale Richtung des polarisirenden Stromes.

Der schöne Erfolg dieser Versuche leitete ferner auf eine Anordnung, bei welcher die Verschiedenheit des Erfolges beider Stromrichtungen noch mächtiger hervortritt. Wir sahen soeben, dass (wenigstens innerhalb der angewandten Stromstärken) nur admortale und fast nie abmortale Ströme positive Phase geben, sobald die eine Zu- und Ableitung im Bereiche künstlichen Querschnitts liegt, und dass sie bei admortalem Strome um so sicherer auftritt, je näher der Anode die Ableitung vom lebenden Faserantheil liegt. Könnte man auch letztere mit der Anode identificiren, so wären die Bedingungen am günstigsten.

Man erreicht dies z. B. am Gastrocnemius, indem man das obere Ende durch Eintauchen in heisses Wasser mit thermischem Querschnitt versieht, und nun sowohl der Achillessehne wie dem oberen thermischen Querschnitt je eine polarisirende und eine ableitende Electrode anlegt; beide Orte bieten für zwei Thonspitzen hinlänglich Platz. Bei diesem Verfahren giebt der absteigende (abmortale) Strom nie positive Phase, dagegen der aufsteigende (admortale) dieselbe schon von sehr schwachen Strömen ab. Der Sachverhalt ist selbstverständlich so: Die Ableitung geschieht bei beiden Stromrichtungen unmittelbar an Anode und Cathode des polarisirenden Stromes. Die Anode liegt aber bei absteigendem Strom am künstlichen Querschnitt; also kann nur der aufsteigende Strom positive Phase geben.

Man kann aber noch weiter gehen. Die Vereinigung einer zuleitenden und einer ableitenden Electrode haben wir bisher so bewerkstelligt, dass wir beide einer indifferenten leitenden Fortsetzung des Muskels, sei es die Sehne, sei es eine wärmestarr gemachte Strecke des Muskels, anlegten. Es steht aber gar Nichts im Wege, als diese Fortsetzung ein Stück Electrodenthon zu nehmen. Derselbe ist zwar nach du Bois-Reymond innerlich polarisirbar, aber doch nur „negativ“ und jedenfalls kaum mehr als ein Stück Sehne oder starrer Muskel. Hiernach gestaltet sich, wenn man die ganze durchflossene Strecke zugleich zur abgeleiteten machen will, der Versuch höchst einfach folgendermassen: Man legt zuerst dem Organe die ableitenden Electroden mit ihren Thonspitzen an, und dann diesen Thonspitzen etwas höher die Thonspitzen der polarisirenden Electroden. Die „äussere“ Polarisation, welche du Bois-Reymond abhielt, die polarisirenden Electroden zugleich als ableitende zu benutzen (dBR. S. 348) ist, wie man sieht, hierbei vollständig ver-

mieden[1]). Liegt nun die eine dieser Doppelelectroden an einer lebenden, die andere an einer todten Muskelstrecke, so tritt, wie zu erwarten war, gleichsinniger Nachstrom nur bei solchen Strömen auf, die von der ersten zur zweiten Stelle (admortal) gerichtet sind. Und überhaupt ist die genannte Behandlungsweise für die Darstellung der gleichsinnigen Nachwirkung am Muskel die denkbar günstigste, auch wenn beide Doppelelectroden an lebendem Fleischantheil liegen; weil eben dann jedesmal die anodische Intrapolarstrecke in ihrem wirksamsten Theile zur Ableitung kommt.

Beispiele. Sartorius, an einem Ende (bei A) wärmestarr gemacht. Zu- und Ableitung bei cc' mit Doppelectroden.

A —+c ——— c'+— B

1. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom roh.	Nachstrom reducirt auf volle Empfindlichkeit.	
Ruhestrom → ∞ = 0,0189 D.				
Nur 1 Gewinde benutzt $(^4/_5)$[2])				
1	←	− 267 + 35	− 334 + 44	adm.
„	←	− 298	− 372	abm.
Gewinde weiter entfernt $(^1/_{20})$				
4	←	− 72 + 40	− 1440 + 800	adm.
„	→	− 110	− 2200	abm.
9	←	− 272 + 28	− 5440 + 560	adm.
„	→	− 400	− 8000	abm.
18	←	− 299 + 21	− 5980 + 420	adm.
„	→	− 630	− 12600	abm.

2. Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom roh.	Nachstrom reducirt.	
Ruhestrom ← ∞ = 0,0386 D.				
Volle Empfindlichkeit				
1	←	− 426 + 105	− 426 + 105	adm.
„	→	− 343	− 343	abm.
Gewinde entfernt $(^1/_{20})$[3])				
4	←	− 190 + 20	− 3800 + 400	adm.
„	→	− 190	− 3800	abm.
9	←	− 312 + 55	− 6240 + 1100	adm.
„	→	− 179	− 3580	abm.
Gewinde noch weiter entfernt $(^1/_{60})$				
18	←	− 89 + 17	− 5340 + 1020	adm
„	→	− 142	− 8520	abm.

1) Selbstverständlich darf bei diesen, wie überhaupt bei allen Versuchen dieses Gebietes, wenn für schwache polarisirende Ströme ein Rheochord verwendet wird (schwache Ströme kommen überhaupt kaum zur Anwendung), die Unterbrechungsstelle nicht zwischen Kette und Rheochord, sondern sie muss zwischen Organ und Rheochord liegen (vgl. auch dies Archiv Bd. VI, S. 318 f.).

2) Die eingeklammerten Brüche bedeuten das Verhältniss der Empfind-

So ist denn durch eine Fülle von Beweisen die von du Bois-Reymond vollständig übersehene Thatsache festgestellt, dass die gleichsinnige Phase des Nachstroms am Muskel lediglich von der Anodenstrecke herrührt.

Für den Nerven hatten die oben S. 116 f. angeführten Versuche keinen Unterschied des Verhaltens ergeben, mochte die Ableitung möglichst nahe der Anode oder möglichst nahe der Cathode stattfinden. Dies Verhalten darf uns nicht Wunder nehmen, da am Nerven der Anelectrotonus bei starken Strömen fast bis an die Cathode reicht (vgl. S. 115). Trotzdem schien es erwünscht, die am Muskel benutzten Kunstgriffe zum wirksameren Unterscheiden des anodischen und cathodischen Verhaltens auch am Nerven anzuwenden, und dieses Verfahren belohnte sich in der That.

Zunächst wurde auch am Nerven die eine polarisirende und die eine ableitende Electrode einer zum Absterben gebrachten Strecke angelegt. Anfangs wurde hierzu eine mittlere Strecke des wie oben (S. 116) zusammengelegten Nervenpaares (nachdem der Nervenstrang in der Mitte umgeknickt worden war, so dass beide Hälften zusammenlagen) durch Eintauchen in heisses Wasser abgetödtet. Da aber, wie ich in einer früheren Arbeit gefunden habe, die Dämpfe auch den nicht eingetauchten Theil stark schädigen [1], so wurde in den späteren Versuchen die Nervenstrecke zwischen den Backen eines kleinen Feilklobens gründlich zerquetscht. Uebrigens zeigen auch die in erstgenannter Weise behandelten Nerven ausnahmslos das gleiche Resultat.

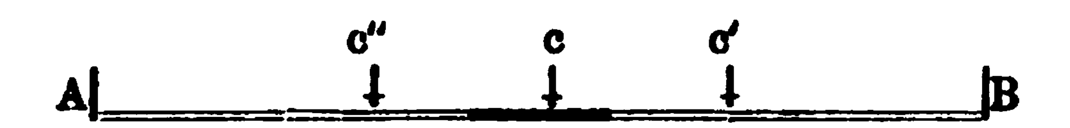
Es zeigt sich nämlich, dass auch am Nerven die gleichsinnige Nachstromphase bei den angewandten Stromstärken regelmässig ausbleibt, wenn die physiologische Anode am künstlichen Querschnitt liegt, und von diesem auch abgeleitet wird.

---

lichkeit bei dem gewählten Abstande, resp. der gewählten Verkürzung des Gewindes, zur vollen Empfindlichkeit. Die Abstände waren so ausprobirt, dass dies Verhältniss ein möglichst abgerundetes war. Bei meiner Bousole, deren Gewinde nicht verschiebbar ist (dies Archiv Bd. XXI, S. 433), ist das entfernte Gewinde ein fremdes. Vgl. übrigens auch oben S. 113 Anm.

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXIV, S. 254.

Beispiel. 2 Ischiadici, in alternirender Anordnung zusammengelegt, in der Mitte in einer Strecke von 9 mm zerquetscht (die zerquetschte Strecke ist im Schema wiederum durch die schwarze Linie bezeichnet). Die Zuleitung des polarisirenden Stromes geschieht bei AB.



Ableitung bei cc'.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom.
Ruhestrom → 437 sc. = 0,0149 D.		
1	←	— 34 adm.
„	→	— 32 abm.
4	←	— 118 adm.
„	→	— 121 abm.
9	←	— 132 / + 58 adm.
„	→	— 206 abm.
18	←	— ∞ / + 82 adm.
„	→	— 552 abm.

Ableitung bei cc''.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom.
Ruhestrom ← 394 sc. = 0,0099 D.		
1	←	— 97 abm.
„	→	— 74 adm.
4	←	— 210 abm.
„	→	— 200 adm.
9	←	— 202 abm.
„	→	— 550 adm.
		Halbes Gewinde (4/5)
18	←	— 433 abm. (— 541)
„	→	— 587 / + 15 adm. (— 734) / (+ 19)
„	←	— 395 abm. (— 494)
„	→	— 580 / + 18 adm. (— 725) / (+ 23)

Ferner wurden, wie in den zuletzt besprochenen Versuchen am Muskel, die beiden Electrodenpaare vereinigt, und das eine an einer abgetödteten, das andere an einer lebenden Nervenstrecke angebracht. Auch hier zeigte sich der positive Nachstrom, mit Ausnahme einiger weniger Versuche bei den höchsten Stromstärken, nur bei admortaler Stromrichtung, und wegen der günstigen Ableitung stellte er sich, was sonst nie der Fall ist, schon bei so schwachen Strömen wie 1 Zinkkohlenelement ein.

Beispiel. 2 Ischiadici, wie gewöhnlich zusammengelegt, an einem Ende (geschwärzt im Schema) zerquetscht. Zu- und Ableitung mit vereinigten Electroden bei cc'.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom roh.	Nachstrom reducirt.	
Ruhestrom → 334 sc. = 0,0100 D.				
1	←	— 165 + 23	— 165 + 23	adm.
„	→	— 202	— 202	abm.
4	←	— ∞ + 49	— ∞ + 49	adm.
„	→	— ∞	— ∞	abm.
Halbes Gewinde (4/5)				
„	←	— 106 + 24	— 133 + 30	adm.
„	→	— 140	— 175	abm.
Gewinde entfernt (1/20)				
9	←	— 53 + 2	— 1060 + 40	adm.
„	→	— 61	— 1220	abm.
18	←	— 111	— 2220	adm.
„	→	— 142	— 2840	abm.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass der gleichsinnige intrapolare Nachstrom auch am Nerven eine vom Anelectrotonus herrührende Erscheinung ist. Die im Texte erwähnte zuweilen vorkommende Ausnahme, dass nämlich sehr starke Ströme nicht nur bei admortaler, sondern auch bei abmortaler Richtung die positive Phase zeigen, darf uns hierin nicht beirren, denn ich habe in früheren Arbeiten wiederholt darauf hingewiesen, dass der Nerv nie so angespannt ist, dass nicht wellenförmige Lage seiner Fasern multiple Anoden und Cathoden longitudinaler Ströme bedingen, und neuerdings hat Bie-

dermann[1]) auf den grade hier in Betracht kommenden verwandten Umstand aufmerksam gemacht, dass abmortale Ströme wegen unvermeidlicher Krümmungen etc. zum Theil in den Längsschnitt statt in den Querschnitt eintreten müssen. Den Muskel können wir ungestraft viel mehr strecken. Ich möchte aber trotzdem die Frage, ob bei streng abmortaler Stromrichtung der Anelectrotonus auch bei den stärksten Strömen vollkommen wegfällt, wegen ihrer grossen principiellen Wichtigkeit noch nicht für endgültig entschieden ansehen, sondern einer besonderen Untersuchung vorbehalten.

Für jetzt haben wir schon Material genug gewonnen, um über die Richtigkeit der oben S. 114 angedeuteten Erklärung der du Bois'schen Beobachtung zu entscheiden. Diese Entscheidung wird aber noch um Vieles sicherer durch die Erscheinungen der extrapolaren Nachströme, zu deren Untersuchung wir uns nunmehr wenden.

4. Untersuchung der extrapolaren Nachströme der Nerven und der Muskeln.

Die Untersuchung der extrapolaren Nachströme nach Durchströmung einer gewissen Strecke des Organs ist bisher nur für den Nerven ausgeführt worden. Die erste Untersuchung rührt von Fick her, welcher angab, dass zu beiden Seiten des polarisirenden Stromes ein demselben entgegengesetzter Nachstrom vorhanden sei[2]). Kurze Zeit darauf wurde ich auf dieselbe Frage geführt, und fand, dass beide extrapolare Strecken sich durchaus verschieden verhalten: auf der Seite der Anode fand ich wie Fick einen entgegengesetzten Nachstrom, auf der Seite der Cathode dagegen einen dem polarisirenden Strome gleichsinnigen; der erstere ist bedeutend kräftiger als der letztere[3]). Fick hat später seine Versuche noch einmal aufgenommen, und diesmal die gleichen Resultate

1) Sitzungsber. d. Wiener Acad. Math.-naturw. Cl. 3. Abth. Bd. LXXXV. S. 144.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1867. S. 436.

3) Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. 3. Heft S. 71 ff. Berlin 1868.

wie ich gewonnen [1]). Du Bois-Reymond erwähnt zwar diesen Sachverhalt (S. 378 f.), deutet aber nicht an, ob er selber über diesen Gegenstand Versuche angestellt hat.

Ich selber habe seit dem Erscheinen meiner damaligen Arbeit oft Gelegenheit gehabt, die extrapolaren Nachströme des Nerven von Neuem zu beobachten; namentlich beschäftigten sie mich, als ich im Jahre 1871 und 1872 die extrapolaren Nachströme des von Flüssigkeit umhüllten Platindrahtes untersuchte [2]). Zu einer systematischen nochmaligen Untersuchung veranlasste mich aber erst die neue Arbeit du Bois-Reymond's und die Deutung welche ich der vermeintlichen „positiven Polarisation" derselben geben zu müssen glaubte (s. oben S. 114, und weiter unten). In der That war die damalige Untersuchung insofern nicht mehr als erschöpfend zu betrachten, als sie mit dem Multiplicator angestellt war, dessen träges Nadelpaar etwaigen raschen Wechsel der Stromrichtung nicht zu erkennen geben konnte, als ferner du Bois-Reymond's Vorgang den Muth gab, auch mit hohen, ehemals mit Misstrauen betrachteten Stromstärken die Versuche anzustellen, und auch zu Beobachtungen mit ganz kurzen Schlusszeiten aufforderte. Endlich war die Untersuchung auch auf den Muskel auszudehnen.

Das Versuchsverfahren war das oben beschriebene, nur dass die ableitenden Electroden extrapolar angelegt waren. Die Isolirung der beiden Kreise mittels der Paraffinwippe bewährte sich auch für diese Versuche vollkommen, obwohl, wie ich schon aus meinen früheren Versuchen wusste, die störende Wirkung von Isolationsmängeln für die extrapolaren Versuche grösser ist als für die intrapolaren. Dieser letztere Umstand ist leicht zu erklären; denkt man sich das Material der Wippe etwas leitungsfähig, so gehen während der Schliessung des Kettenkreises bei extrapolarer Ableitung nur einsinnige Stromschleifen durch die Boussole, bei extrapolarer dagegen doppelsinnige, welche sich zum Theil compensiren; es ist annähernd so als wäre die Boussole in die Querbrücke einer Wheatstone'schen Drahtcombination eingeschaltet.

Aus einer grossen Reihe von Versuchen mit Strömen von 1

1) Untersuchungen aus dem physiol. Labor. d. Züricher Hochschule 1. Heft S. 129. Wien 1869.

2) Dies Archiv Bd. V, S. 267; Bd. VI, S. 318.

bis 18 Zinkkohlenelementen und mit Schliessungszeiten von weniger als 1 Secunde bis zu 60 Secunden ergeben sich nun folgende Gesetze.

Am Nerven ist die Hauptablenkung stets dem früher von mir gefundenen Gesetze entsprechend, d. h. auf der Seite der Cathode dem polarisirenden Strome gleichsinnig, auf Seite der Anode gegensinnig, mit anderen Worten: in beiden Fällen von der durchflossenen Strecke weg gerichtet. Der anodische Nachstrom ist, wie ich ebenfalls früher gefunden habe, ausnahmslos stärker als der cathodische. Weiter aber zeigt sich, und dies ist das Neue, welches durch den leichten Magneten der Boussole sich herausstellte, vor dem (gegensinnigen) anodischen Nachstrom ein kurzer dem polarisirenden Strome gleichsinniger Vorschlag. Der anodische Nachstrom ist also doppelsinnig: zuerst gleichsinnig, dann gegensinnig; der cathodische Nachstrom durchweg gleichsinnig. Ferner zeigt sich, dass der gegensinnige anodische Nachstrom sehr anhaltend ist, der Magnet nach Erregung des Maximums der Ablenkung äusserst träge und unvollständig zurückkehrt, und oft gradezu stehen bleibt, während die cathodische gleichsinnige Ablenkung sofort vollkommen wieder verschwindet.

Am Muskel (für diese Versuche wurde fast stets ein auf Kork ausgespannter Sartorius verwendet) ist das Gesetz der extrapolaren Nachströme, welche stets sehr intensiv sind, im Allgemeinen dasselbe wie am Nerven. Jedoch ist hier, — was wie wir sehen werden, sehr wichtig ist, — die gleichsinnige erste Phase des anodischen Nachstroms im Vergleich zur zweiten gegensinnigen relativ stark, und bei schwächeren Strömen nicht selten ausschliesslich vorhanden, und ferner ist die zweite Phase nicht wie beim Nerven stärker als der cathodische Nachstrom, sondern im Gegentheil stets bedeutend schwächer; auch hier aber ist sie stets viel dauernder als jener. Man kann also das Gesetz für den Muskel folgendermassen ausdrücken: Auf beiden Seiten des polarisirenden Stromes zeigt sich nach der Oeffnung zuerst ein demselben gleichsinniger Nachstrom; diesem folgt aber auf der Anodenseite eine gegensinnige, lang anhaltende Ablenkung, während der gleichsinnige cathodische Nachstrom sein Vorzeichen nicht umkehrt, sondern eine sehr bedeutende Grösse erreicht, und dann

vollständig verschwindet. Ich füge noch kurz hinzu, dass ich in einigen höchst seltenen Ausnahmefällen (von denen ich absichtlich einen als zweites Beispiel gewählt habe) bei den schwachen Strömen auf der Cathodenseite eine doppelsinnige, zuerst gleichsinnige, dann gegensinnige Ablenkung eintreten sah.

Auch hier sollen Beispiele das Gesagte veranschaulichen.

Beispiel eines Versuches am Nerven. 2 Ischiadici, alternirend zusammengelegt. Extrapolare Ableitung. Kürzeste Schlusszeit.

B B' A c c'

Lange polarisirte Strecke (AB)			Kurze polarisirte Strecke (AB')		
Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc'.	Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes	Nachstrom in cc'.
1	←	+ 8 — 25* } a	1	←	+ 8 — 6 } a
"	→	+ 21 k	"	→	+ 6 k
3	←	— 117* a	3	←	+ 5 — 36* } a
"	→	+ 52 k	"	→	+ 23 k
9	←	+ 20 — 154* } a	9	←	+ 25 — 91* } a
"	→	+ 75 k	"	→	+ 50 k
18	←	+ 11 — 174* } a	18	←	+ 20 — 108* } a
"	→	+ 54 k	"	→	+ 39 k
"	←	+ 25 — 70* } a			
"	→	+ 32 k			

Anderes Beispiel vom Nerven. Aehnlich wie der vorige Versuch; jedoch wird abwechselnd bei AB und AB′ zugeleitet. Kurze Schlusszeit.

Zahl der Ele- mente.	Zu- leitung in	Nachstrom in cc′	
		bei Strom- richtung ←	bei Strom- richtung →
1	AB	+ 5, — 5 } a	+ 5 k
„	AB′	+ 12, — 6 } a	+ 14 k
3	AB	+ 10, — 29* } a	+ 13 k
„	AB′	+ 6, — 61* } a	+ 27 k
9	AB	+ 12, — 65* } a	+ 33 k
„	AB′	—114* a	+ 50 k
18	AB	+ 9, — 70* } a	+ 48 k
„	AB′	+ 9, — 93* } a	+ 30 k

Beispiele von Versuchen am Muskel. Sartorius. Extrapolare Ableitung bei cc′. Zuleitung bei AB. Kurze Schlusszeit.

A B c c

1. Beispiel.			2. Beispiel.		
Zahl der Ele- mente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc′	Zahl der Ele- mente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc′
1	←	+ 46 a	1	←	+ 35 a
„	→	— 4 k	„	→	+ 2, — 44 } k
„	←	+ 20 a	„	←	+ 30 a
„	→	— 4 k	„	→	+ 1, — 56 } k
3	←	+ 32 a	„	←	+ 30 a

1. Beispiel. (Forts.)			2. Beispiel. (Forts.)		
Zahl der Ele-mente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc'	Zahl der Ele-mente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc'
„	→	0 k	„	→	+ 1 / − 28 } k
9	←	+ 3 / − 15* } a	3	←	+ 55 a
„	→	+ 156 k	„	→	+ 17 k
„	←	+ 15 / − 32* } a	„	←	+ 41 a
„	→	+ 162 k	„	→	+ 48 k
„	←	+ 30 / − 60* } a	9	←	+ 42 / − 16* } a
„	→	+ 153 k	„	→	+ 394 k
18	←	+ 17 / − 136* } a	„	←	+ 64 / − 47* } a
„	→	+ 339 k	„	→	+ 436 k
„	←	+ 17 / − 183* } a	„	←	+ 35 / − 15 } a
„	→	+ 328 k	„	→	+ 485 k
			„	←	+ 58 / − 12 } a
			„	→	+ 402 k
			18	←	+ 30 / − 255* } a
			„	→	+ 542 k
			„	←	+ 30 / − 185* } a
			„	→	+ 468 k

Die Erklärung der beobachteten Erscheinungen verschieben wir auf den folgenden Paragraphen.

Nach den Erfahrungen bei der intrapolaren Ableitung war vorauszusehen, dass sich auch extrapolar die Gesetze noch prägnanter zeigen würden, wenn man mittels des dort gebrauchten Kunstgriffes die eine ableitende Electrode mit der einen polarisirenden vereinigt, also die extrapolare Ableitungsstrecke unmittelbar an die intrapolare Strecke anreiht. Es wurde also die eine ableitende Electrode nunmehr mit ihrer Thonspitze an den Thon der einen zuführenden angelegt.

Hier waren nun in der That die Erscheinungen wo möglich noch prächtiger und regelmässiger als beim gewöhnlichen Verfahren.

Beispiel eines Versuches am Nerven. 2 Ischiadici, alternirend zusammengelegt. Zuleitung bei AB, Ableitung extrapolar bei cc'. Electroden c und B vereinigt. Kurze Schlusszeit.

A B c c'

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc'.
1	←	+ 1 / — 81* } a
„	→	+ 8 k
4	←	+ 3 / — 200* } a
„	→	+ 111 k
9	←	+ 5 / — 247* } a
„	→	+ 186 k
18	←	+ 90 / — 227* } a
„	→	+ 296 k

Beispiel eines Versuches am Muskel. Sartorius. Zu- und Ableitung wie am Nerven im vorigen Beispiel.

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc' roh.	Nachstrom in cc' reducirt.
1	←	+ 60 / — 127*	+ 60 / — 127* } a
„	→	+ 56	+ 56 k
4	←	+ 20 / — ∞*	+ 20 / — ∞* } a
„	→	+ 123	+ 123 k

Zahl der Elemente.	Richtung des pol. Stromes.	Nachstrom in cc' roh	reducirt.	
		Gewinde entfernt ($^{1}/_{18}$)		
"	←	+ 2 — 88*	+ 36 — 684*	a
"	→	+ 5	+ 90	k
9	←	— 53*	— 954*	a
"	→	+ 11	+ 198	k
18	←	+ 14 — 43*	+ 252 — 784*	a
"	→	+ 12	+ 216	k

Schliesslich sei noch erwähnt, dass ich mit Hülfe des Herrn v. Gendre auch eine Anzahl Versuche mit gleichzeitiger intra- und extrapolarer Ableitung an Nerven und Muskeln angestellt habe, um das zeitliche Verhältniss der beiderseitigen Phasen zu controlliren. Da jedoch diese Versuche keine neuen Gesichtspuncte lieferten, so unterlasse ich die Mittheilung derselben.

5. Erklärung der intra- und extrapolaren Nachströme der Nerven und Muskeln, nebst weiteren Versuchen.

A. Die von wirklicher Polarisation herrührenden Nachströme.

Dass der schon seit längerer Zeit bekannte gegensinnige Nachstrom, welchen längsdurchströmte Nerven- und Muskelstrecken intrapolar nach der Oeffnung zeigen, auf innerer galvanischer Polarisation beruht, ist seit seiner Entdeckung durch Peltier von allen Beobachtern angenommen worden. In der That zeigt dieser Strom unverkennbar alle Eigenschaften der Polarisationsströme. Vor Allem der ungemein steile Abfall, der sich namentlich daran zu erkennen giebt, dass, wenn zwischen Oeffnung des Ketten- und Schliessung des Boussolkreises auch nur kurze Zeit vergeht, man

nur noch schwache Bestände vorfindet. Aber schon an der Bewegung des aperiodischen Magneten sieht man dies Verhalten auf das Deutlichste; sie folgt durchaus nicht dem bekannten Bewegungsgesetze, welches für beständige Ströme gilt[1]), sondern der erste Theil der Ablenkung ist ungewöhnlich schnell im Verhältniss zu dem schliesslich erreichten Betrage, und bei leichten Magneten oft blitzartig zuckend; offenbar hat, ehe die Ablenkung sich zu vollenden Zeit gefunden, der Strom schon sehr beträchtlich abgenommen, und bei stark gedämpften Magneten ist in Folge dessen die Ablenkung sehr viel kleiner als bei schwächer gedämpften, bei sonst gleicher Empfindlichkeit der Boussole (vgl. die oben S. 120 mitgetheilten, mit zwei Boussolen angestellten Versuche). Ausserdem ist die Abhängigkeit der gegensinnigen Nachströme von Stärke und Dauer des polarisirenden Stromes ganz der Art wie bei gewöhnlichen Polarisationsströmen [2]).

Du Bois-Reymond hat bekanntlich zuerst nachgewiesen, dass der Sitz der bezeichneten Polarisation keineswegs ausschliesslich an den Electroden des polarisirenden Stromes ist, sondern sich über die ganze durchflossene Strecke vertheilt, dass eine „innere Polarisation“ vorliegt[3]). Da auch zahlreiche poröse Stoffe, mit Electrolyten getränkt, innere Polarisation zeigen, welche sich hier nur durch die Abscheidung von Ionen an den zahlreichen eingeschalteten leitenden Zwischenwänden erklären lässt, so überträgt du Bois-Reymond diese Erklärung auch auf die innere Polarisation der längsdurchströmten Muskeln und Nerven, welche sich ja ebenfalls als poröse, mit Electrolyten getränkte Gewebe betrachten lassen (dBR. S. 346).

Seitdem ich aber am Kernleiter-Modell (so will ich in Kürze einen von einem Electrolyten umhüllten polarisirbaren Draht bezeichnen, dessen Hülle ein Strom zugeleitet wird, — gleichgültig ob diese Hülle eine mit Flüssigkeit getränkte Umspinnung wie bei Matteucci, oder eine in einem Rohre eingeschlossene Flüssigkeit ist wie in meinen Versuchen) ebenfalls die

---

1) Vgl. du Bois-Reymond's Abhandlungen über aperiodische Magnete.

2) Vgl. Tigerstedt, Mittheilungen aus dem physiol. Labor. d. Carol. med.-chir. Instit. in Stockholm, herausg. v. Lovén. Heft II. 1872.

3) Untersuchungen über thierische Electricität. Bd. I, S. 377; Bd. II, 2, S. 378.

Erscheinung der inneren Polarisation nachgewiesen und erklärt habe, und ferner gezeigt habe, dass die genannten physicalischen Bedingungen am Muskel und Nerven verwirklicht sind[1]), liegt die in diesen Umständen begründete Erklärung, welche du Bois-Reymond entgangen zu sein scheint, ungleich näher, zumal sie, wie wir sehen werden, auch die extrapolaren polarisatorischen Nachströme des Muskels und Nerven vollständig erklärt. Zunächst zeigt ein von leitender Flüssigkeit umhüllter Metalldraht (ausgenommen, wenn die Combination unpolarisirbar ist, wie ein amalgamirter Zinkdraht in Zinklösung), genau wie der Muskel und Nerv, in der intrapolaren Strecke überall gegensinnige polarisatorische Nachströme[2]).

Um nun auch das extrapolare Verhalten des Kernleiter-Modells vollständig zu übersehen, ist zunächst die damalige Untersuchung in einigen Puncten theoretisch und experimentell zu ergänzen.

Die polarisatorischen Nachströme des Kernleiter-Modells.

a. Experimentelles.

Verschiedene Umstände machten eine Wiederholung und Vervollständigung der in den Jahren 1871 und 1872 ausgeführten Untersuchung über die Nachströme des Kernleiter-Modells wünschenswerth. Einmal war damals fast nur mit mässigen Stromstärken und mit längeren Schlusszeiten gearbeitet worden; im Hinblick auf du Bois-Reymond's Versuche war auch das Verhalten bei starken Strömen und bei kurzen Schlusszeiten zu untersuchen. Zweitens hatte ich damals einfach den polarisirenden Strom mittels eines Schlüssels geöffnet und gleich darauf den Boussolkreis geschlossen; es war wünschenswerth, beide Acte schneller auf einander folgen zu lassen, um auch den Zustand unmittelbar nach der Oeffnung zur Erscheinung zu bringen. Endlich war nachzusehen, ob vielleicht der Gebrauch des leichteren Boussolmagneten, dessen ich mich jetzt seit lange bediene, neue

---

1) Dies Archiv Bd. V, S. 233, 263; Bd. VI, S. 343.

2) Dies Archiv Bd. VI, S. 319.

Erscheinungen zur Anschauung bringen würde, z. B. Richtungswechsel der Nachströme.

Zu den meisten Versuchen diente ein mit Zinksulphatlösung gefülltes Rohr mit seitlichen Ansätzen; die Röhren hatten $4^1/_2$ mm Durchmesser im Lichten und eine Länge von 40 bis 196 cm [1]). Durch das Rohr wurden Platindrähte von gewöhnlicher, oder auch von sehr geringer Dicke gezogen. Die vier Electroden waren bajonetförmig gekrümmte amalgamirte Zinkdrähte, welche in die Röhrenansätze gesteckt wurden; die bajonetförmige Knickung gab ihnen eine Stütze, so dass sie nur bis zur oberen Wandfläche des Hauptrohrs hineinreichten. Die alternirende Schliessung des Ketten- und des Boussolkreises geschah durch die oben S. 116 beschriebene Paraffinwippe. Die Kette variirte zwischen 1 Zink-Kupfer- und 18 Zink-Kohle-Elementen. Die Empfindlichkeit der Boussole wurde durch Zurückschieben der Gewinde nach Bedürfniss vermindert.

Ich habe früher angegeben, dass der extrapolare Nachstrom bei zweiseitig polarisirbaren Combinationen dem polarisirenden Strom entgegengesetzt gerichtet ist, und dass dieser Nachstrom an das wirkliche Bestehen zweier entgegengesetzt polarisirter Kernstrecken gebunden ist; — dass dagegen bei nur einseitiger Polarisation der extrapolare Nachstrom dem polarisirenden Strome gleichsinnig ist. Der erstere Fall findet statt: bei Platindraht in Zinksulphatlösung oder in verdünnter Schwefelsäure und Zuleitung des polarisirenden Stromes zu zwei Stellen der Flüssigkeit; der zweite z. B. bei Kupferdraht in verdünnter Schwefelsäure und Zuleitung zu zwei Stellen der Flüssigkeit, und ferner bei Platindraht in den gleichen Flüssigkeiten, wenn die eine Electrode dem Kerndraht selber zugeleitet wird [2]).

Diese beiden Hauptsätze zeigten sich nun auch in den neuen Versuchen bestätigt. Ausserdem fanden sich aber folgende weitere Thatsachen:

---

1) Im letzteren Falle waren sie aus mehreren kurzen Rohrstücken in geeigneter Weise mittels Kautschukröhren zusammengesetzt. Ich besitze Röhren mit vielen, nahe bei einander stehenden, und andere mit wenigen, weit entfernten Ansätzen. Aus leicht begreiflichen Gründen wurden lange Röhren meist so combinirt, dass an beiden Enden die Ansätze nahe zusammen, in der Mitte weiter aus einander stehen.

2) Vgl. die betr. Angaben, sowie die Methodik des Experimentirens in diesem Archiv Bd. VI, S. 312, 319.

1. Bei Platindraht in Zinksulphatlösung ist der extrapolare Nachstrom bei mässigen Stromstärken beiderseits auch mit den leichtesten Magneten rein gegensinnig, bei stärkeren Strömen geht aber auf der Anodenseite dem gegensinnigen Strom ein rascher dem polarisirenden Strom gleichsinniger Vorschlag voranf, und der gegensinnige Haupt-Nachstrom erscheint dadurch, weil er zur Zeit seiner Anzeige durch den Magneten schon erheblich abgenommen hat, viel schwächer als auf der Cathodenseite, wo jener Vorschlag nicht auftritt. Bei sehr starken Strömen kann der gleichsinnige Vorschlag auf der Anodenseite den gegensinnigen Strom ganz unterdrücken.

2. Bei Platindraht in verdünnter Schwefelsäure bleibt auch bei den stärksten Strömen der extrapolare Nachstrom meist gegensinnig. Das Verfahren für diejenigen Versuche, bei welchen eine andere Flüssigkeit als Zinksulphatlösung angewendet wurde, habe ich neuerdings mit grossem Vortheil so modificirt, dass die mit Blase überbundenen Röhren (vgl. a. a. O. S. 319) in Wegfall kamen. Die seitlichen Ansätze des Versuchsrohrs wurden, nachdem dasselbe vollständig bis an den Rand der nach oben gerichteten Ansätze mit Zinksulphatlösung gefüllt war, sämmtlich durch Kautschukröhrchen mit eingesteckten Glasstäbchen verschlossen; nur an den vier zur Zu- und Ableitung dienenden Ansätzen wurde statt des Glasstäbchens ein amalgamirter Zinkdraht eingesteckt und eingebunden. Jetzt wurde das Rohr um 180 ^{0} gedreht, so dass die Ansätze nach unten standen, die Zinklösung aus dem Rohre ausgegossen, so dass nur die Ansätze damit gefüllt blieben, und nun die zu untersuchende Flüssigkeit in das Rohr injicirt oder eingesogen; die Flüssigkeit bleibt über der Zinklösung ohne Störung geschichtet.

3. Bei sehr dünner Schicht der den Platindraht umgebenden Flüssigkeit sind die extrapolaren Nachströme beiderseits dem polarisirenden Strome gleichsinnig. Ich liess für diese Versuche Platindrähte nach Art des ursprünglichen Matteucci'schen Versuches herrichten, d. h. mit Baumwolle bespinnen, und tränkte die Bespinnung mit Zinksulphatlösung; die Zu- und Ableitung geschah mittels hakenförmig gebogener amalgamirter Zinkdrähte, welche dem ausgespannten Drahte angelegt wurden. Ebenso wie ein einzelner umsponnener Platindraht, verhielten sich zwei Kabel aus zahlreichen feinen Platindrähten, welche ich vor Jahren zu

gewissen Versuchen habe anfertigen lassen; ein sehr langer feiner Platindraht wurde dicht mit feiner Seide besponnen, in Stücke von geeigneter Länge zerschnitten und diese Stücke zu einem Kabel vereinigt, das nochmals mit Seide umsponnen wurde; das eine Kabel enthält 30, das andere 100 Drähte (ersteres ist 28, das zweite 57 cm lang). Beide geben, mit Zinksulphatlösung durch längeres Einlegen getränkt, beiderseits gleichsinnige extrapolare Nachströme. Dasselbe Verhalten zeigt sich bei beliebigen anderen Flüssigkeiten, mit welchen der einzelne Platindraht, oder die Kabel, getränkt werden; zur Zu- und Ableitung dienten in diesen Fällen Thonstiefelelectroden.

4. Der angegebene Unterschied im Verhalten bei dünner und bei dicker Flüssigkeitshülle, sowie hieran sich knüpfende theoretische Betrachtungen (s. unten) liessen es wünschenswerth erscheinen, eine allmähliche Verdickung der Flüssigkeitshülle zu ermöglichen, um die dadurch bewirkte Veränderung im Verhalten der extrapolaren Nachströme beobachten zu können. Mit Röhren und Drähten habe ich bisher diesen Versuchsplan nicht auszuführen vermocht. Dagegen schien mir der Zweck im Wesentlichen auch erreichbar, wenn der Leitercombination eine flächenhafte Ausbreitung gegeben wurde. Ich bedeckte hierzu den Boden einer Bunsen'schen Quecksilberwanne mit Quecksilber, und goss auf dieses eine möglichst dünne Schicht von Zinksulphatlösung. Die Zu- und Ableitung geschah nicht mit in die Flüssigkeit eintauchenden Zinkdrähten, da diese unvermeidlich das Quecksilber berührt hätten, sondern mit Röhrenelectroden, deren mit Zinksulphat getränkte Thonspitzen die Flüssigkeit berührten. Es zeigte sich nun in der ganzen extrapolaren Ausdehnung der Flüssigkeit bei axial gerichteter Zu- und Ableitung ein dem polarisirenden Strom gleichsinniger Nachstrom. Wurde nun die Flüssigkeitsschicht allmählich verdickt, so ging der Nachstrom zuerst in der Nähe der Electroden in die gegensinnige oder doppelsinnige (zuerst gleich-, dann gegensinnige) Richtung über, während er in der Ferne noch gleichsinnig blieb; bei weiterer Verdickung wurde der Nachstrom durchweg doppel- oder gegensinnig. Es gibt also eine gewisse Flüssigkeitsdicke, bei welcher der extrapolare Nachstrom in gewisser Entfernung von den Electroden einen Wendepunct, resp. eine Wendelinie zeigt, innerhalb deren er gegensinnig, ausserhalb deren er gleichsinnig ist. Die fragliche Dicke hängt von der

Stromstärke ab; beim Uebergang einer Stromrichtung in die andere ist grosse Neigung zu doppelsinnigen Strömen vorhanden. Die beobachteten Ströme sind wegen der Ungleichartigkeiten der Quecksilberoberfläche sehr unbeständig, so dass ich diese Versuche nicht weiter verfolgt habe. Für jetzt genügt vollkommen die Feststellung des genannten Wendepunctes.

b. Theoretisches.

Wie ich früher entwickelt habe, breitet sich ein einer Strecke des Kernleiter-Modells zugeleiteter Strom wegen des polarisatorischen Uebergangswiderstandes am Kern sehr weit extrapolar aus, so dass auch in grossen Entfernungen von der durchflossenen Strecke gleichsinnige Stromzweige durch angelegte galvanometrische Bögen nachweisbar sind, denen die electrotonischen Ströme des Nerven und Muskels genau entsprechen. Zugleich bilden die am Kern sich abscheidenden Ionen Polarisationen aus, deren Vertheilung durch eine zweiarmige Curve ausgedrückt werden kann. Dieselbe hat über der Anode des polarisirenden Stromes ein positives, unter der Cathode ein negatives Maximum, schneidet die Abscisse in einem Puncte der intrapolaren Strecke, dem sog. Indifferenzpunct, und schliesst sich in den extrapolaren Strecken der Abscisse asymptotisch an. Diese Polarisationsvertheilung liefert bekanntlich den Schlüssel für das Verständniss der physiologischen Wirkungen, welche als electrotonische Erscheinungen bezeichnet werden.

Die bezeichneten Polarisationen gleichen sich nun nach der Oeffnung des polarisirenden Stromes durch innere Strömungen ab, welche schon während der Schliessung die abgeleiteten Ströme, je nach ihrer Richtung, schwächend oder verstärkend modificiren.

Betrachten wir eine extrapolare Strecke für sich, zunächst ohne jede Rücksicht auf den Rest des Leiters, so müsste diese, wie man leicht findet, einen dem polarisirenden Strome gleichgerichteten Nachstrom zeigen. Auf der Anodenseite z. B. ist der Kern in seiner extrapolaren Strecke in von der Anode aus abnehmendem Grade positiv polarisirt (der Platindraht in Zinksulphat z. B. mit Zink beladen); jeder der Anode nähere Punct verhält sich also positiv gegen jeden entfernteren. Ein der Strecke angelegter ableitender Bogen nimmt also einen Stromzweig auf, der in

ihm von der Anode weg gerichtet ist, also gleiche absolute Richtung hat mit dem polarisirenden Strom in dessen Bogen. Ebenso ist auf der Cathodenseite jeder der Cathode nähere Punct negativ gegen jeden entfernteren (im genannten Beispiel mit SO_4, d. h. mit Schwefelsäure und Sauerstoff beladen), so dass wiederum ein ableitender Bogen einen dem polarisirenden Strome gleichsinnigen Stromzweig aufnimmt.

Dies Verhalten kommt in allen Fällen wirklich zur Anschauung, wo keine Störung durch eine entgegengesetzt polarisirte Strecke zu Stande kommen kann. So vor allem, wenn der Strom mit der einen Electrode dem Kerndraht selber zugeleitet wird. Der nun einzigen Electrode gegenüber polarisirt sich jetzt der Kern nach beiden Seiten gleichnamig und gleichmässig abfallend, und in der That zeigt sich ausnahmslos zu beiden Seiten der Electrode ein (im ableitenden Bogen gerechnet) von ihr weg oder nach ihr hin gerichteter Strom, je nachdem diese Electrode eine Anode oder eine Cathode ist. Ich habe mich durch besondere Versuche überzeugt, dass es gleichgültig ist, mit welchem Ende des Kerndrahts der andere Pol des polarisirenden Stromes verbunden wird. Es ist auch leicht einzusehen, dass für diesen einfachsten, so zu sagen unipolaren Fall, die Unterscheidung von intra- und extrapolarer Ableitung und die Bezeichnung des Nachstroms als gleich- oder gegensinnig eigentlich unzulässig ist; da beide Ausdrücke wechseln, wenn man den Poldraht dem einen oder dem anderen Ende des Kerndrahtes zuführt, ohne dass dadurch an den Strömen sich etwas ändert.

Ein zweiter Fall, in welchem ebenfalls das extrapolare Verhalten ungestört nach obigem Schema sich einstellt, ist der, in welchem die Combination in aller Strenge nur einseitig polarisirbar ist, und die extrapolare Ableitung auf die Seite der polarisirbaren Electrode fällt.

Ein dritter Fall wird weiter unten zur Sprache kommen.

Gestört wird nun jenes extrapolare Verhalten, welches ich der Kürze halber als Idiopolarstrom zu bezeichnen mir erlaube, durch das Vorhandensein einer zweiten entgegengesetzt polarisirten Strecke am Kern. Die beiden Strecken suchen ihre Polarisationen durch Ströme abzugleichen, welche von der anodischen Strecke durch die Flüssigkeit zur cathodischen verlaufen, also überall wo sie zur Ableitung gelangen dem polarisirenden Strome gegen-

sinnige Stromzweige liefern; diese werde ich als den Bipolarstrom bezeichnen. Ich habe schon vor 11 Jahren experimentell bewiesen, dass diese Gegenströme an das Vorhandensein zweier entgegengesetzt polarisirter Kernstrecken gebunden sind.

In der intrapolaren Strecke zunächst hat, wie man leicht einsieht, der Bipolarstrom stets gleiche Richtung mit den idiopolaren Strömen, welche jede Hälfte dieser Strecke zu beiden Seiten des Indifferenzpunctes für sich zeigen würde. In der intrapolaren Strecke müssen also die Nachströme unter allen Umständen, auch bei nur einseitig polarisirbaren Combinationen dem polarisirenden Strome gegensinnig sein, und das zeigen auch alle Versuche.

Viel verwickelter ist das Verhalten der extrapolaren Strecken bei beidseitig polarisirbaren Combinationen. Hier ist der Bipolarstrom dem Idiopolarstrom entgegengesetzt, und das Verhalten muss davon abhängen, wie weit der erstere in die extrapolaren Strecken hinübergreifen kann.

Vor Allem ist leicht einzusehen, dass dies zum Mindesten so weit der Fall sein muss, wie die extrapolare Beladung bis zum Polarisationsmaximum geht. Die maximal polarisirten Strecken werden in sich gar keinen Idiopolarstrom haben, dagegen unter einander, wie ein in Flüssigkeit versenktes Plattenpaar einen kräftigen Bipolarstrom geben, dessen abgeleitete Zweige dem polarisirenden Strom gegensinnig sind. Man kann sich aber leicht durch den Augenschein überzeugen, dass, sobald der Flüssigkeitscylinder dick ist, schon bei mässigen Stromstärken die Bedeckung mit Zink einerseits, mit Gasbläschen andererseits, sich ungemein weit in die extrapolaren Strecken hinaus fortsetzt, während sie umgekehrt in der intrapolaren Strecke schon ganz nahe den Electroden unsichtbar wird, wenn die intrapolare Strecke nicht sehr lang ist. Es kann aber kein Zweifel sein, dass soweit die Ionen sichtbar sind, auch das Polarisationsmaximum erreicht ist, und selbst noch weiter hinaus sich erstrecken kann.

Aber selbst über den Bereich des Polarisationsmaximums hinaus wird der Bipolarstrom sich in der Flüssigkeit ausbreiten müssen wegen der gut leitenden Beschaffenheit des Kerns, welche bewirkt, dass die von den maximal polarisirten Stellen ausgehenden Potentialflächen, unbekümmert um die abnehmende Spannung, welche von der eigenen Polarisation der Kernoberfläche herrührt, dem Kern ziemlich concentrisch entlang laufen, und hierdurch muss

der Idiopolarstrom der extrapolaren Strecken nahezu oder ganz verdeckt werden. In der That ist es mir trotz zahlloser Versuche an über $1^1/_2$ Meter langen Röhren und mit den feinsten Kerndrähten nie gelungen, einen Wendepunct in der extrapolaren Strecke nachzuweisen, obwohl ein solcher theoretisch vollkommen sicher ist. Der Bipolarstrom breitet sich, sobald er überhaupt vorhanden ist, extrapolar so weit aus, dass da, wo ein Idiopolarstrom zum Durchbruch kommen könnte, der Polarisationsabfall (über dessen theoretische Curve s. dies Archiv Bd. VII, S. 317) schon unmerklich gering ist.

Ganz anders ist das Verhalten bei sehr dünnem Flüssigkeitsmantel. Hier ist erstens wahrscheinlich der Polarisationsabfall viel steiler, weil die Intensität der in den Kern eintretenden Stromlinien wegen ihrer viel grösseren Längenungleichheit viel rascher mit der Entfernung von der durchflossenen Strecke abnimmt. Zweitens findet der Bipolarstrom für seine Abgleichung einen viel grösseren Widerstand und für seine extrapolare Ausbreitung viel ungünstigere Verhältnisse. Hier also wird die Spannungsvertheilung an der Oberfläche der sehr dünnen Flüssigkeitshülle ein sehr treuer Ausdruck der Spannungsvertheilung am Kern sein müssen. Also wird hier der Idiopolarstrom so gut wie ungestört zu Stande kommen müssen, und der Wendepunct mit den Electroden fast genau zusammenfallen. Daher geben Drähte mit dünner Flüssigkeitshülle extrapolar gleichsinnige, intrapolar gegensinnige Nachströme. (Dies ist der oben S. 147 schon angedeutete Fall.)

Es war nunmehr vorauszusagen, dass, wenn man die Dicke der Flüssigkeitshülle unmerklich successive steigern könnte, man bei zweiseitig polarisirbaren Combinationen einen Wendepunct in den extrapolaren Strecken finden würde, der sich mit zunehmender Flüssigkeitsdicke rasch von den Electroden entfernen würde. Diese Voraussage bewährte sich durch die oben S. 145 angeführten Versuche mit dem Quecksilbertroge.

Bei dem unvermeidlichen Kampf zwischen Idio- und Bipolarstrom in allen Fällen doppelseitiger Polarisation darf das Vorkommen doppelsinniger Nachströme nicht Wunder nehmen, wenn es auch schwierig ist, dieselben völlig streng zu erklären. Ein zuerst gleichsinniger und dann gegensinniger extrapolarer Nachstrom, wie er auf der Anodenseite von Platin in Zinksulphat bei mittleren Stromstärken auftritt, würde nach dem Vorstehenden bedeuten, dass im ersten Augenblick nach der Oeffnung der Idio-

polarstrom den Sieg davonträgt, um nach kurzer Zeit dem Bipolarstrom Platz zu machen, und bei noch stärkeren Strömen diesen überhaupt nicht aufkommen zu lassen[1]). Gründe für dies Verhalten lassen sich unter gewissen Voraussetzungen hinsichtlich des extrapolaren Abfalls der Spannungen wohl erdenken; ihre wirkliche Feststellung würde aber eingehendere Untersuchungen erfordern, zu welchen augenblicklich keine dringende Veranlassung vorliegt, da wie wir sehen werden, dieser Specialfall für die Erscheinungen an Nerv und Muskel nicht in Betracht kommt. Dass der doppelsinnige extrapolare Nachstrom bei Platin in Zinksulphat bei weitem leichter auf der Anodenseite als auf der Cathodenseite zu Stande kommt, hängt möglicherweise mit der auf der Cathodenseite stattfindenden Bedeckung des Drahtes mit einer leitungsschädigenden Gasschicht zusammen. Hierfür spricht auch, dass die Erscheinung, wie oben erwähnt, bei Platindraht in Schwefelsäure einer Combination, welche an beiden Seiten Gasentwicklung ergiebt, überhaupt nicht oder nur sehr rudimentär zu Stande kommt.

Ich schliesse hiermit vorläufig die Untersuchung der polarisatorischen Nachströme am Kernleiter-Modell ab. Eine vollständige theoretische Darstellung der Spannungs- und Strömungsvertheilung zu geben, wäre wie jeder Sachverständige und jeder Kenner der Literatur dieses mathematischen Gebietes einsehen wird, eine nahezu unausführbare Aufgabe, für deren Inangriffnahme vor Allem eine ganz bestimmte Voraussetzung über die Polarisationsvertheilung an der Kernoberfläche im Augenblick der Oeffnung gemacht werden müsste. Diese Vertheilung ändert sich aber sofort durch die abgleichenden Ströme selbst, und diese werden ausserdem durch die Einflüsse des Widerstandes der gasförmigen Ionen in unübersehbarer Weise verwickelt. Die Hauptgesichtspuncte sind wie ich glaube in genügender Weise durch die mitgetheilten Versuche und theoretischen Betrachtungen verdeutlicht, und ich unterlasse es sogar, die den Hauptfällen entsprechenden annähernden Vertheilungsschemata wiederzugeben, welche ich mir entworfen habe.

---

1) Man kann das Verhalten auch so ausdrücken, dass der Wendepunct rasch nach aussen wandert. Die Beziehung dieser Erscheinung zu einer schon längst von mir am Kernleiter beobachteten wird in einer anderen Arbeit erörtert werden.

Kehren wir nun endlich zum Muskel und Nerven zurück, um zu sehen, welche polarisatorischen Nachströme an diesen Gebilden zu erwarten sind.

Die polarisirbare Combination von Kern- und Hüllensubstanz in den Nerven und Muskeln gehört, wie ich früher entwickelt habe[1]), zu den beidseitig polarisirbaren. Wir entnehmen dies: 1. aus der annähernd gleichen Grösse der electrotonischen Stromzweige auf der Anoden- und Cathodenseite; 2. aus dem in den bekannten Erregungserscheinungen des An- und Catelectrotonus sich documentirenden Vorhandensein zweier entgegengesetzt polarisirter, durch einen Indifferenzpunct geschiedener Strecken. Die Hüllensubstanz haben wir uns als sehr dünn, das Leitungsvermögen des Kerns als keineswegs relativ gross vorzustellen. Ohne Zweifel also liegt bei diesen Gebilden der Fall vor, dass der polarisatorische Bipolar-Nachstrom nicht in die extrapolaren Strecken übergreift, sondern diese nur den Idiopolar-Nachstrom zeigen können, wie der mit dünner Flüssigkeitshülle bekleidete Platindraht.

Der polarisatorische Nachstrom muss also am Muskel und Nerven intrapolar dem polarisirenden Strome gegensinnig, extrapolar demselben gleichsinnig sein.

B. Die von der Oeffnungserregung herrührenden Nachströme.

Aus zahlreichen Thatsachen ist bekannt, dass sowohl am Muskel wie am Nerven die anelectrotonisirte Strecke im Augenblick der Oeffnung erregt wird, und bei sehr starken oder sehr langen Strömen lange Zeit nach der Oeffnung in Erregung verharrt. Bekanntlich hat Pflüger durch einen schönen Versuch den Ritter'schen Oeffnungstetanus des Nerven auf die Erregung durch den schwindenden Anelectrotonus zurückgeführt und am Muskel documentirt sich die nachhaltige Oeffnungserregung unmittelbar durch die Wulstbildung an der Anode[2]).

Ohne allen Zweifel ist diese Erregung an der Anode selbst am stärksten, und nimmt mit zunehmender Entfernung von dieser

1) Vgl. dies Archiv Bd. V, VI und VII.

2) Vgl. mein Handbuch der Physiologie Bd. I, 1, S. 93.

an Intensität ab. Nach dem Grundgesetze des Actionsstroms muss also Nerv und Muskel nach der Oeffnung eines hinreichend kräftigen Stromes Sitz eines Actionsstroms sein, der im Organ auf beiden Seiten der Anode von dieser weg gerichtet ist.

Bei sehr kurzen Schlusszeiten könnte, wie hier der Vollständigkeit halber bemerkt werden mag, nach der Oeffnung noch ein anderer Actionsstrom vorhanden sein, nämlich der in Folge der Schliessung auftretende cathodische. Derselbe wird im Beginn der Schlusszeit selber ohne Zweifel auftreten, und es ist kein entscheidender Grund vorhanden, warum er nicht, wenn die Schlusszeit sehr kurz ist, den Strom überdauern sollte; sehr wahrscheinlich ist dies freilich nicht, weil einmal der polarisatorische Gegenstrom der Persistenz der cathodischen Erregung ungünstig ist (dieselbe fällt in Anelectrotonus), und zweitens ich niemals am Muskel nach kurzen Schlüssen den Cathodenwulst gleichzeitig mit dem Anodenwulst bestehen bleiben sah. Dieser cathodische Actionsstrom wäre nun, wie man leicht einsieht, intrapolar dem polarisirenden Strom gegensinnig, extrapolar ihm gleichsinnig; er hätte also überall gleiche Richtung mit dem polarisatorischen Nachstrom, so dass er von diesem höchstens durch seine längere Dauer zu unterscheiden wäre. Da aber eine solche nirgends merklich ist, so können wir von diesem Strome absehen, und er wird denn auch im Folgenden unerwähnt bleiben. Nur in einer Hinsicht werden wird nochmals darauf zurückkommen (s. unten S. 157).

C. Combination der polarisatorischen und der irritativen Nachströme. Erklärung der secundär-electromotorischen Erscheinungen.

Der soeben hergeleitete anodische Actionsstrom ist in der intrapolaren Strecke dem polarisirenden Strome gleichsinnig, in der anodischen extrapolaren Strecke demselben gegensinnig, in der cathodischen extrapolaren Strecke fehlt er ganz. Den polarisatorischen Nachströmen ist er also überall, wo er vorhanden ist, entgegengesetzt gerichtet, und tritt mit denselben in Conflict.

Mit Einem Blick übersieht man den ganzen Sachverhalt durch

nachfolgendes Schema, in welchem der Pfeil P den polarisirenden Strom, A und K dessen Anode und Cathode darstellen:

		K	P ←	A	
Polarisatorischer Nachstrom (kurz) . .	← p''		→ p	→ p	← p'
Actions-Nachstrom (lang) am Nerven .			← a	← a	→ a'
„ „ „ „ Muskel .				← a	→ a''

In der Natur des irritativen Nachstroms liegt es, dass derselbe viel anhaltender ist, als die in allen Fällen, an den Organen sowohl wie am Modell, rasch verschwindenden polarisatorischen Nachströme. Es ist daher nichts natürlicher als dass der Conflict der beiden Ströme sich in einer Doppelsinnigkeit der wirklich beobachteten Nachströme ausdrückt, und dass stets die erste Phase dem Polarisations-, die zweite dem Actionsstrom entspricht. Je stärker ferner der Actionsstrom im Vergleich zum Polarisationsstrom entwickelt ist, um so leichter wird die erste Phase des doppelsinnigen Stromes ganz in Wegfall kommen, zumal wenn der Magnet langsam schwingt (vgl. hierüber S. 113 etc.).

Wir haben also zu erwarten, dass 1. die intrapolare Strecke einen Nachstrom zeigt, der zuerst dem polarisirenden Strome gegensinnig, dann ihm gleichsinnig ist; 2. die anodische Extrapolarstrecke einen Nachstrom, der zuerst gleichsinnig und dann gegensinnig ist; 3. die cathodische Extrapolarstrecke einen Nachstrom, der stets dem polarisirenden Strome gleichsinnig ist.

So ist nun aber wirklich in allen Puncten das experimentell festgestellte Verhalten. Die ad 1 angegebene Erscheinung ist der wesentliche Inhalt der du Bois-Reymond'schen Arbeit, die ad 2 und 3 angegebenen sind von mir, und zum Theil von A. Fick, in älteren, durch die jetzige Untersuchung vervollständigten Arbeiten aufgefunden.

Es ist ferner leicht begreiflich, dass der intrapolare Actionsstrom, du Bois-Reymond's zweite, positive Phase, nur durch sehr starke und kurze Zeit geschlossene Ströme zur Anschauung kommt: durch starke, weil nur dann die Oeffnungserregung anhaltend genug ist, um den polarisatorischen Nachstrom zu überdauern; durch kurz geschlossene, weil diese den letzteren Strom

nicht so stark zur Entwicklung bringen, wie längerer Stromschluss, also nicht so leicht zur völligen Verdeckung des Actionsstroms durch den Polarisationsstrom führen.

Weitere Beweise für die Richtigkeit meiner Erklärung liefert der von du Bois-Reymond selbst gefundene Umstand, dass seine positive Phase, unser Actionsstrom, durchaus an den Lebenszustand der Organe geknüpft ist, während die erste, negative Phase, unser Polarisationsstrom, auch an abgestorbenen Organen noch auftritt, so lange nur ihre Structur nicht zerstört ist. Die an diese Verhältnisse geknüpften resultatlosen Speculationen du Bois-Reymond's (dBR. S. 398 f.) erledigen sich so auf das Einfachste.

Endlich der zwingendste Beweis liegt in dem von du Bois-Reymond gänzlich übersehenen, von mir festgestellten Verhalten, dass am Muskel die intrapolare positive Phase in ausgesprochenster Weise an die Nähe der Anode gebunden ist, während die negative Phase hiervon keine Spur zeigt. Offenbar verschiebt sich am Muskel der Indifferenzpunct selbst bei den stärksten Strömen nie soweit nach der Cathode hin wie am Nerven, wie ja überhaupt die Ausbreitung der Polarisationen und der electrotonischen Stromzweige am Muskel nicht so weit geht wie am Nerven. Am Nerven ist es, wie schon oben S. 130 entwickelt, kein Wunder dass die positive Phase in allen Theilen der intrapolaren Strecke gleich gut zur Anschauung kommt, da ja bei den hier angewendeten starken Strömen, wie Pflüger gezeigt hat, der Indifferenzpunct ganz nahe an die Cathode heranrückt[1]).

Hier ist der Ort einer Versuchsreihe zu erwähnen, welche ich angestellt habe, von der Erwägung ausgehend, dass der Ritter'sche Tetanus auch bei mässigen Stromstärken zum Ausbruch kommt, wenn der Strom sehr lange, z. B. eine halbe Stunde lang, geschlossen gehalten wird. Ich hoffte auf diese Weise auch durch schwache Ströme (1 Zinkkohlenelement) die positive intrapolare Phase zur Darstellung bringen zu können. Dem Nerven wurde der Unterschenkel gelassen, um den Oeffnungstetanus controlliren zu können. Aber es zeigte sich nach halbstündigen Schliessungen während des heftigen Oeffnungstetanus nur eine sehr starke, und ungewöhnlich lange anhaltende negative Ablenkung, d. h. die Polarisation war durch die lange Schliessung viel stärker ent-

---

1) Vgl. auch oben S. 115 die Bemerkung über electrotonische Ausbreitung.

wickelt und schwand viel langsamer als sonst, so dass sie den Actionsstrom grade sehr vollständig compensiren musste. Uebrigens zeigt dieser Versuch das interessante Resultat, dass der Ritter-sche Tetanus in der That mit einem sehr langen Bestehenbleiben der Polarisation des Nerven nach der Oeffnung verbunden ist.

In den angegebenen Umständen liegt auch ein neues Moment gegen die neuerdings von Tigerstedt und Grützner aufgestellte Theorie der Oeffnungserregung[1], welche ich auch nach der Lectüre der ausführlicheren Arbeit Grützner's[2]) für irrig halte. Wir sehen nach kurzen Schliessungen sehr starker Ströme ganz direct den Actionsstrom der intrapolaren Strecke, d. h. die Oeffnungserregung, den Polarisationsstrom lange Zeit überdauern. Also kann die Oeffnungserregung nicht direct vom Polarisationsstrom oder gar von dessen Entstehen herrühren. Man könnte einwenden, das längere Bestehen des Actionsstroms beweise nicht, dass nicht der Polarisationsstrom ebensolange bestehe, und nur überdeckt sei. Aber auf der Cathodenseite sehen wir ungestört, wie rasch in allen Fällen der Polarisationsstrom verschwindet. Auch ist factisch, so lange dieser starke Actionsstrom dauert, sollte auch noch ein unterliegender Rest von Polarisationsstrom vorhanden sein, die anodische Strecke nicht Stromaustrittsstelle, wie es jene Theorie verlangt, sondern Stromeintrittsstelle! Die Oeffnungserregung beruht also auf Veränderungen im Organ, welche der Strom hinterlassen hat, auf dem Schwinden der positiven Polarisation, mag nun dieses Schwinden durch den polarisatorischen Gegenstrom, oder durch andere die electrolytischen Producte wegschaffende Processe bedingt sein. Eine Anzahl Gegenbemerkungen gegen Grützner's letzte Publication können für eine spätere Gelegenheit verschoben bleiben[3]).

---

1) Vgl. meine früheren Gegenbemerkungen in diesem Archiv Bd. XXXI, S. 99 ff.

2) Dies Archiv Bd. XXXII, S. 357.

3) Nur wenige Puncte muss ich schon jetzt hervorheben. Erstens ist jener Versuch über die Bedeutung des polarisatorischen Gegenstromes für die Oeffnungszuckung, den ich schon 1875 angestellt, und erst jetzt mitgetheilt habe, wie ich auf das Genaueste aus den Protokollen nachweisen kann, auch

Das extrapolare Verhalten des Muskels und Nerven ist ebenso vollständig erklärbar wie das intrapolare. Die früher von mir mit dem Multiplicator gefundenen Grundthatsachen, gleichsinniger Nachstrom in der cathodischen, stärkerer gegensinniger in der anodischen Extrapolarstrecke des Nerven, sind jetzt erkannt: ersterer als Polarisations-, letzterer als Actionsstrom [1]). Der Gebrauch leichter aperiodischer Magnete hat uns jetzt belehrt, dass in der That ersterer rasch schwindet, letzterer lange bestehen bleibt, ferner dass letzterem ein rascher gleichsinniger Vorschlag vorangeht, der Polarisationsstrom der anodischen Extrapolarstrecke. Wir haben ferner dieselben Gesetze nunmehr auch für den Muskel festgestellt. Hier zeigt sich nur ein quantitativer Unterschied. Beim Nerven ist der anodische gegensinnige Actionsstrom so stark, dass er, obgleich er mit einem gleichsinnigen Polarisationsstrom zu kämpfen hat, doch den gleichsinnigen Polarisationsstrom der Cathodenseite, der keinem Abzuge unterliegt, an Grösse übertrifft. Am Muskel dagegen ist dies nicht der Fall; der Actionsstrom ist hier

---

mit Zuleitung in grosser Entfernung vom Querschnitt angestellt. Zum Glück sind nämlich auf den myographischen Papierblättchen, welche die Zuckungsstriche enthalten, auch die Electrodenlagen aufgezeichnet und fixirt. Zweitens ist der Schluss, den ich aus jenen Versuchen ziehe, nicht erst jetzt, sondern schon damals, vor 8 Jahren gezogen, und der ganze Versuch überhaupt aus jener Ueberlegung hervorgegangen. Auch dies bin ich Jedem, der sich dafür interessirt, documentarisch nachzuweisen in der Lage. Dass die Publication erst jetzt erfolgt, liegt darin begründet, dass eine Untersuchung über das Wesen der Nervenerregung, die bis in das Jahr 1871 zurückreicht, und zu welcher ich ein grosses Versuchsmaterial gesammelt habe, erst jetzt mir hinreichend gefördert erscheint, um mit der Veröffentlichung zu beginnen, von welcher bereits einige Theile in diesem Archiv erschienen sind. Drittens citirt Grützner einen Einwand Tigerstedt's gegen den von mir aufgestellten Satz vom polarisatorischen Increment; ich habe indess schon vorher an einer Stelle, welche allerdings Grützner noch nicht kennen konnte, das Unzureichende jenes Einwandes angedeutet (in Hofmann-Schwalbe's Jahresbericht pro 1882, II, S. 19).

1) Letztere Deutung habe ich schon vor 11 Jahren, an eine von Pflüger privatim geäusserte Idee anknüpfend, erwähnt, jedoch auch auf die catelectrotonische Strecke übertragen, weil ich damals in Folge der Versuche mit dicken Flüssigkeitshüllen irrthümlich glaubte, der extrapolare Polarisationsstrom des Nerven müsse gegensinnig sein. Vgl. dies Archiv Bd. VI, S. 357.

ebenfalls kräftig, die Schwächung durch den Polarisationsstrom drückt ihn aber unter das Maass des vollen Polarisationsstroms der andern Seite herab. In der Bezeichnung des Schema's S. 153 wäre am Nerven $a' - p' > p''$, oder wenn $p' = p''$ angenommen wird, $a' > 2p'$. Am Muskel dagegen wäre $a' - p' < p''$, oder $a' < 2p'$. Die geringere Entwicklung der extrapolaren Oeffnungserregung am Muskel kann ihren Grund ebensowohl in geringerer Entwicklung des extrapolaren Anelectrotonus wie in schnellerem Schwinden desselben haben. Bemerkenswerth ist, dass wir intrapolar am Muskel direct eine geringere Erstreckung des Anelectrotonus gefunden haben, als am Nerven.

Fick spricht in seiner zweiten Publication über die extrapolaren Nachströme des Nerven die Vermuthung aus, der cathodische Nachstrom, den er in der ersten Mittheilung als gegensinnig angegeben hatte wie den anodischen, möchte vielleicht wirklich in dem ersten Augenblick nach der Oeffnung gegensinnig, und dann erst gleichsinnig, also doppelsinnig sein. Diese Vermuthung war, wie sich nun zeigt, eine irrige. In Wirklichkeit ist vielmehr der anodische und nicht der cathodische Strom doppelsinnig, und zwar erst gleich- und dann gegensinnig. In der That können wir auch nunmehr an die Stelle der Betrachtung, welche Fick zu jener Vermuthung führte, etwas viel Sichreres setzen, nämlich das volle Verständniss des Causalzusammenhanges.

Einen höchst überraschenden Aufschluss erhalten wir endlich nunmehr auch über eine längst bekannte Erscheinung. Bekanntlich fand Pflüger [1]) auf irritativem, und du Bois-Reymond [2]) auf galvanometrischem Wege, dass während der Schlusszeit des polarisirenden Stromes der extrapolare Anelectrotonus in Zunahme, der Catelectrotonus in Abnahme begriffen ist. Dies erklärt sich jetzt vollständig folgendermassen. Die extrapolare Polarisation würde (wie an den entsprechenden Metall-Flüssigkeits-Combinationen, vgl. dies Archiv Bd. VI, S. 320) die extrapolaren Stromschleifen auf beiden Seiten mit der Zeit verstärken müssen. Auf der Cathodenseite aber haben wir im Beginn der Schlusszeit einen dem polarisirenden Strom gleichsinnigen Actionsstrom (s. oben

1) Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus S. 819.

2) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. S. 441 ff. (Ges. Abh. Bd. II, S. 251 ff.; daselbst auch eine wesentliche zusätzliche Bemerkung S. 259, Anm. 3.)

S. 152), welcher in rascher Abnahme begriffen ist. In Folge dessen muss der cathodische Strom Anfangs verstärkt erscheinen und in Abnahme begriffen sein. So sind also die Erscheinungen während der Schliessung nicht minder unsren Erklärungsprincipien zugänglich wie diejenigen nach der Oeffnung.

6. Schlussbemerkungen.

Die vorstehende Untersuchung hat vor Allem die Aufgabe erfüllt, die von du Bois-Reymond mitgetheilten Thatsachen der intrapolaren Nachströme unter Hinzufügung neuer Thatsachen aufzuklären, und ebenso das Gebiet der extrapolaren Nachströme zu erweitern, auf den Muskel auszudehnen und ebenfalls vollkommen zu erklären. Unberücksichtigt blieben vor der Hand (abgesehen von den electrischen Organen, über die ich keine eigenen Versuche anstellen konnte, und deren Nachstrom im Wesentlichen sich ebenfalls aus unseren Principien herleiten lässt) gewisse Angaben du Bois-Reymond's über die Bevorzugung der positiven Polarisation bei Strömen, welche dem natürlichen Ablauf der Erregungswelle gleichläufig sind (für den Muskel s. dBR. S. 363 ff., für den Nerven S. 382 ff.), auf welche der Verfasser einen auffallend hohen Werth legt. Bezüglich der Nerven sind du Bois-Reymond's eigene Angaben zweifelnd, am Muskel dagegen ziemlich bestimmt, obwohl eigentlich das beweisendste Versuchsverfahren, nämlich Durchströmung des ganzen Muskels, und gleichzeitige Ableitung der Nachströme von zwei intrapolaren Strecken in beiden Muskelhälften, auffallenderweise nicht angewendet worden ist. Ehe man aber zu so weit gehenden Gedanken, wie sie du Bois-Reymond an diese Erscheinung knüpft (dBR. S. 387, 398) irgendwie seine Zustimmung giebt, wäre zu untersuchen, welchen Antheil etwa die oben aufgedeckten einfachen Gesetze, welche du Bois-Reymond völlig entgangen sind, an der Erscheinung haben. Ich ziehe es vor, diese Prüfung zunächst du Bois-Reymond selber zu überlassen, und möchte hier nur auf Ein Moment hinweisen, welches geeignet wäre, die ganze wunderbare Sache mit einem Schlage zu erklären. Du Bois-Reymond hatte nämlich an den beiden Muskelenden meist verletzte Faserenden, wie aus seinen Andeutungen über die Ruheströme hervorgeht. Dieser Umstand, der

schon oft verhängnissvoll war[1]), musste nach dem oben (S. 124 ff.) enthüllten Gesetze den positiven Nachstrom in dem Falle der abterminalen (abmortalen) Stromrichtung mehr oder weniger schädigen, so dass er bei der atterminalen, d. h. der Erregungswelle gleichläufigen Stromrichtung begünstigt erschien!

So dürfte es denn im ganzen Gebiete der Electrophysiologie kaum ein Gebiet geben, in welchem der Zusammenhang der Erscheinungen durchsichtiger vor Augen läge, als das der secundärelectromotorischen Erscheinungen, die nunmehr auch auf den extrapolaren Bereich sich erstrecken. du Bois-Reymond's „Neugier", „durch welche Hülfshypothese" ich mit seinem positiven Polarisationsstrom „fertig werden" werde (dBR. S. 402), wird gewiss vollauf befriedigt sein. Ob aber wirklich „Alles, was ich mir über Electrotonus ausdachte" „vorläufig zu Spreu geworden ist", ob wirklich „die Erforschung des Electrotonus überhaupt von vorn anzufangen hat" (dBR. S. 380), ja ob ich auch nur „zu einigen Aenderungen meiner Construction gezwungen" war (S. 389), das liegt nun für Jedermann klar am Tage. Zum Glück ist es nicht so; die Verwirrung, welche die moleculare Befangenheit stiftete, indem sie weit ausholend das Nächste übersah, ist auch auf diesem Gebiete, wie längst auf allen anderen, glücklich beseitigt, und Alles hat sich dahin gewendet, meiner Anschauung von der Natur der thierisch-electrischen Erscheinungen neue Stützen zu verleihen. Wenn du Bois-Reymond es bedauert, dass er nicht schon 1867 mir enthüllt hat, „dass in der intrapolaren Strecke positive Polarisation herrscht", weil dann „der Gang der Wissenschaft an dieser Stelle ein anderer, und vielleicht mehr erspriesslicher geworden wäre" (dBR. S. 378), so kann ich ihm nur Recht geben; denn vielleicht hätten wir uns dann schon vor Jahren über diese „positive Polarisation" verständigt, und du Bois-Reymond hätte schon damals die Moleculartheorie, deren letzten Halt sie darstellte, fallen lassen.

Die Moleculartheorie verdankt ihre Aufstellung dem thatsächlichen Irrthum, dass unversehrte Muskeln einen ebenso starken Muskelstrom am natürlichen Querschnitt haben, wie verletzte am künstlichen. Als dies als Irrthum erkannt war, wurde nicht die Theorie aufgegeben, sondern das unheilvolle Vermittlungsglied der

1) Vgl. z. B. dies Archiv Bd. XVI, S. 243.

Parelectronomie erfunden. Als ich dann die absolute Stromlosigkeit der unversehrten Organe fand, die Parelectronomie also nicht mehr ausreichte, deren Kälte-Zusatz überdies thatsächlich falsch war, wurde noch immer die Theorie nicht aufgegeben, sondern jene unbequeme Stromlosigkeit unter allerlei schwächlichen Ausflüchten bemängelt. Sodann schaffte die Moleculartheorie unsägliche Verwirrung auf dem Gebiete der Actionsströme, wo sie buchstäblich das unterste zu oberst kehrte; es mussten erst thatsächliche Irrthümer beseitigt, neue Thatsachen gefunden werden, ehe es gelang jene Verwirrung zu beseitigen, und auch dies ganze Gebiet so zu durchleuchten, dass sein Gesetz sich wie das der Ruheströme mit zwei Worten aussprechen lässt. Am unglücklichsten war die Moleculartheorie mit dem Electrotonus. Keine einzige Erscheinung desselben, weder die galvanischen noch die irritativen, konnte sie erklären, obwohl sie wenigstens ersteres beanspruchte, und letzteres, ja die ganze Function des Nerven und des Muskels zu erklären für die Zukunft in Aussicht stellte, und heute muss sie es erleben, dass sie in demselben Augenblick, wo sie endlich den thatsächlichen Beweis für ihre intrapolare Molekeleinstellung gefunden zu haben glaubt, freilich nur durch Verkennen nächstliegender Erklärungen, — dass sie im gleichen Augenblick selber es aufgiebt, die extrapolaren Ströme zu erklären, zu deren Erklärung doch jene intrapolare Drehung, ohne jede thatsächliche und ohne discutirbare theoretische Basis, erfunden worden war. Unglücklich auch auf dem Gebiete der Haut- und Secretionsströme, hat sie dort die Aufstellung eines nahezu verkehrten Gesetzes der Secretionsströme auf Grund einer falschen Auffassung der musculären und nervösen Actionsströme, begünstigt, und gradezu zu unrichtigen thatsächlichen Befunden verleitet. Endlich in der Lehre von den electrischen Fischen hat sie sich absolut leistungsunfähig gezeigt; das Beste wozu sie es bringen konnte, war ein leicht zu zertrümmernder Bau waghalsiger Speculationen. Ich rede nicht von den Pflanzen- und Parenchymströmen, welche die Moleculartheorie, weil sie ihr höchst unbequem waren, geflissentlich vernachlässigt und in den Thatsachen mit Unrecht bemängelt hat.

Man nenne mir in dieser Anklage gegen die Moleculartheorie einen einzigen Satz, den ich nicht zu begründen und durch Citate zu erhärten im Stande wäre.

Ich aber behaupte, diese Theorie, welche gefährlich genug war, um ihren Urheber, — den Schöpfer dieses reichen Gebietes, den Erfinder seiner Methodik, den Mann, der seine medicinischen Zeitgenossen physicalisch denken lehren half, — zu Irrthum auf Irrthum zu verleiten, diese Theorie ist nun endlich aufzugeben. Und zwar ganz; auch das Liebäugeln mit ihr in Lehrbüchern, um ein Paar Seiten scheinbar eleganter Constructionen zu gewinnen, muss aufhören. Eleganter ist Nichts als die einfache Wahrheit.

Und giebt es in der Physiologie ein Gebiet, das sich einfacher und eleganter bis in die feinsten Details hinein erklären lässt, als das electrophysiologische? Vier kurze und unter einander theilweise innig zusammenhängende Sätze genügen, um sämmtliche galvanischen Erscheinungen zu erklären, mit Ausnahme des Zitterfischschlages und der Actionsströme der Netzhaut, welche beiden Dinge ihnen wenigstens nicht widersprechen, wenn sie auch noch nicht erklärt sind. Diese Sätze lauten: 1. Das Protoplasma wird durch partielles Absterben in der Continuität, sei es durch Verletzung oder durch (hornige, schleimige) Metamorphose, negativ electrisch gegen den unveränderten Theil. 2. Das Protoplasma wird durch partielle Erregung in der Continuität negativ electrisch gegen den unveränderten Theil. 3. Das Protoplasma wird durch partielle Erwärmung in der Continuität positiv, durch Abkühlung negativ gegen den unveränderten Theil. Alle diese Wirkungen gehorchen dem Spannungsgesetze. 4. Das Protoplasma (zunächst erwiesen für das in Röhren eingeschlossene Protoplasma der Muskeln und Nerven) ist an seiner Grenzfläche stark polarisirbar; die Polarisationsconstante nimmt durch Erregung (und durch Absterben) ab[1]).

Ausser der Erledigung der secundär-electromotorischen Erscheinungen hat die vorstehende Untersuchung einige andere nicht unwesentliche Beiträge zur Physiologie der Muskeln und Nerven geliefert. Die Pflüger'sche Lehre von der Verschiebung des Indifferenzpunctes ist für starke Ströme auf einem neuen Wege bewahrheitet, ebenso die Befunde von Biedermann und von Engelmann & van Loon über den Einfluss des Demarcationsstromes auf die Wirksamkeit der physiologischen Electroden. Der Electrotonus des Muskels ist von Neuem sowohl intra- wie extra-

1) Für dies Letztere vgl. dies Archiv Bd. XXIV, S. 282—294.

polar festgestellt, und seine vollständige Analogie mit den Erscheinungen am Nerven dargethan, sowie die quantitativen Unterschiede hinsichtlich der Ausbreitung des Electrotonus von den Electroden aus, speciell von der Anode. Der zeitliche Verlauf des Electrotonus am Nerven ist ebenso befriedigend erklärt, wie die electrotonischen Nachströme. Ebenso ist der innige Zusammenhang des Oeffnungstetanus mit langem Bestehenbleiben der Polarisation direct erwiesen und über die Natur der Oeffnungserregung ein neuer Anhaltspunct gewonnen. Für eine Anzahl weiterer Fragen eröffnen sich neue Versuchspläne, welche aber besser erst dann erörtert werden, wenn diese Versuche ausgeführt sind.

Nachtrag zu Seite 150.

Ich habe die oben S. 142 ff. angegebenen Versuche und theoretischen Anschauungen über die Polarisationsströme des Kernleiter-Modells meinem Freunde Herrn Professor Dr. Heinrich Weber in Berlin mitgetheilt, mit der Bitte, die Ströme, namentlich mit Bezug auf den von mir gefundenen „Wendepunct", wenn möglich einer mathematischen Behandlung zu unterziehen, nachdem er bereits vor 11 Jahren die Ausbreitung des polarisirenden Stromes selbst mathematisch untersucht hat[1]). Herr Professor Weber war so gütig, nicht allein dieser Bitte zu entsprechen, sondern auch mir zu gestatten, seine Darstellung zum Abdruck zu bringen, obgleich dieselbe ursprüngliah nicht zur Publication, sondern nur zu meiner Information bestimmt, und daher fragmentarisch gehalten ist. Herr Professor Weber schreibt:

„.... Dass mich die Frage interessirt hat, wirst Du aus den nachfolgenden Blättern ersehen, die zugleich den Beweis enthalten, dass Deine Anschauung des Vorgangs in befriedigendem Einklang mit der Theorie steht.

---

1) Siehe Borchardt's Journ. f. reine und angewandte Mathematik Bd. LXXVI, S. 14 ff.; vgl. auch dies Archiv Bd. VI, S. 339, Bd. VII, S. 319.

Der ganze Vorgang sei nur von zwei Coordinaten x, y abhängig. Bei $y = 0$ (x-Axe) sei die polarisirte als sehr gut leitend vorausgesetzte Fläche, bei $y = h$ sei die obere Begrenzungsfläche der Flüssigkeit. Die Bedingungen für die Bestimmung der Spannung oder des Potentials u sind dann folgende. Es muss sein:

1) im Intervall $0 < y < h$ $\quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0;$

2) für $y = h$ $\quad \frac{\partial u}{\partial y} = 0;$

3) für $y = 0$ $\quad u = f(x),$

worin $f(x)$ die electromotorische Kraft der Polarisation bedeutet, die nicht genauer bekannt ist, aber ungefähr folgenden Verlauf haben wird,

Fig. 1.

wenn a, a die ursprünglichen polarisirenden Electroden sind. Man kann nach dem Fourier'schen Lehrsatz leicht für u einen Ausdruck finden:

$$u = \frac{2}{\pi}\int\limits_0^\infty \sin \alpha x \; \frac{e^{\alpha(y-h)} + e^{-\alpha(y-h)}}{e^{\alpha h} + e^{-\alpha h}} \, d\alpha \int\limits_0^\infty f(t) \sin \alpha t \, dt$$

aus dem aber nicht viel zu schliessen ist. Ich betrachte daher specielle Fälle.

1. Fall. Es sei $h = \infty$; ferner $f(x)$ überall $= 0$ ausser in dem Puncte $x = 0$, wo dann aber $f(x)$ unendlich sein muss. Es genügt dann den Bedingungen (wenn v die Constante einer Strömungscurve bedeutet):

$$u + iv = \frac{i}{x + iy} \qquad u = \frac{y}{x^2 + y^2} \qquad v = \frac{x}{x^2 + y^2}.$$

Niveaulinien und Strömungscurven sind also in diesem Falle Kreise, welche sich im Nullpunct berühren. (In der Figur, so-

Fig. 2.

wie in allen folgenden, sind die ausgezogenen Linien die Niveaucurven, die punctirten die Strömungscurven.)

2. Fall. Alles wie bisher; nur sei h endlich und zwar $= \frac{\pi}{2}$ gesetzt. Man kann in diesem Fall das Problem nach dem Princip der Spiegelung lösen, und gelangt zu folgendem Resultat, welches man unmittelbar verificiren kann.

$$u + iv = \frac{1}{2 \sin i(x + iy)}$$

$$u = \frac{-\left(e^{x} + e^{-x}\right) \sin y}{e^{2x} + e^{-2x} - 2 \cos 2y}$$

$$v = \frac{\left(e^{x} - e^{-x}\right) \cos y}{e^{2x} + e^{-2x} - 2 \cos 2y}$$

Die Gestalt der beiden Curvensysteme ist ungefähr folgende[1]):

Fig. 3.

[1]) Die folgenden Zeichnungen haben nur die Bedeutung von Skizzen, und machen auf theoretische Genauigkeit keinen Anspruch.

3. **Fall.** Es seien bei $x = \pm a$ zwei solche Puncte wie im 2. Fall, aber entgegengesetzt geladen. Dieser Fall kann aus dem vorigen durch Superposition hergeleitet werden. Man erhält:

$$u = \sin y \left\{ \frac{e^{x+a} + e^{-(x+a)}}{e^{2(x+a)} + e^{-2(x+a)} - 2\cos 2y} - \frac{e^{x-a} + e^{-(x-a)}}{e^{2(x-a)} + e^{-2(x-a)} - 2\cos 2y} \right\}$$

Die Niveaulinien allgemein zu untersuchen, scheint etwas umständlich und wohl kaum ohne numerische Rechnung durchzuführen. Dagegen kommt es hier wesentlich auf das Verhalten der Oberfläche an. Für diese $\left(y = \frac{\pi}{2}\right)$ erhält man aber

$$u = \frac{1}{e^{x+a} + e^{-(x+a)}} - \frac{1}{e^{x-a} + e^{-(x-a)}}$$

Man hat zwei Wendepuncte (Maxima) von u; ihre Lage ergiebt sich aus der Gleichung

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0,$$

d. h.

$$e^{2x} + e^{-2x} = e^{2a} + e^{-2a} + 4.$$

Um zu einer beliebigen Dicke h der flüssigen Schicht überzugehen, setze man $\frac{x\pi}{2h}$, $\frac{a\pi}{2h}$ für x und a, also:

$$e^{\frac{x\pi}{h}} + e^{-\frac{x\pi}{h}} = e^{\frac{a\pi}{h}} + e^{-\frac{a\pi}{h}} + 4,$$

welche Gleichung zwei gleiche und entgegengesetzte Werthe von x liefert. Der (positive) Werth von x schwankt zwischen $x = a$ für h unendlich klein, und $x = 0{,}56111\,h$ für $h = \infty$. Folgende Figur giebt ein ungefähres Bild.

Fig. 4.

4. Fall. Indem man im vorigen Fall die polarisirte Fläche nicht bei $y = 0$, sondern etwa bei mn (Fig. 4) annimmt, erhält man einen Fall, der vielleicht mit der Wirklichkeit noch mehr übereinstimmt, in welchem nämlich die oben mit $f(x)$ bezeichnete Function eine stetige ist.

Man erhält eine für diese Annahme passende noch einfachere Formel, indem man das u des dritten Falles durch a dividirt und dann $a = 0$ setzt. Setzt man noch $h - y$ für y, so dass $y = 0$ der freien Oberfläche entspricht, so ergiebt sich

$$u = \cos\frac{\pi y}{2h}\,\frac{\left(e^{\frac{\pi x}{2h}} - e^{-\frac{\pi x}{2h}}\right)\left[\left(e^{\frac{\pi x}{2h}} + e^{-\frac{\pi x}{2h}}\right)^2 + 4\sin^2\frac{\pi y}{2h}\right]}{\left[\left(e^{\frac{\pi x}{2h}} + e^{-\frac{\pi x}{2h}}\right)^2 - 4\sin^2\frac{\pi y}{2h}\right]^2}.$$

Zur Bestimmung des Wendepunctes an der Oberfläche ($y = 0$) erhält man hier die Gleichung

$$e^{\frac{\pi x}{h}} + e^{-\frac{\pi x}{h}} = 6; \qquad x = 0{,}56111\,h.$$

[Für sehr kleine Werthe von x und y ($= h - y$) wird der obige Werth von u näherungsweise

$$u = \frac{xy}{(x^2 + y^2)^2},$$

also beistehende Figur der Verlauf der Curven[1])].

Fig. 5.

Ist nun mn, in der Entfernung $y = l$ von der Oberfläche die polarisirte Metallfläche, so hat man, um den Punkt a zu finden,

1) Der eingeklammerte Passus giebt also Aufschluss über den Verlauf der Curven in nächster Nähe des Punctes c in Figur 6; die zum Wendepunct gehende Strömungscurve cw beginnt hiernach bei c unter einem Winkel von 45° gegen beide Axen. L. H.

welcher der Electrode entspricht, $\partial u/\partial x = 0$ zu setzen für $y = l$, weil hier u einen Maximalwerth bei constantem y hat. Man hat

Fig. 6.

also die Curve $\partial u/\partial x = 0$ zu untersuchen (welche übrigens nicht etwa eine Strömungscurve ist), welche ich die P-Curve nennen will. Die Untersuchung dieser Curve scheint ziemlich weitläufig zu sein. Verändert man in vorstehenden Formeln h, so wird die vorige Figur und ebenso die P-Curve sich selbst ähnlich vergrössert oder verkleinert.

Um sich also eine Vorstellung über die Abhängigkeit der Lage des Wendepunctes von der Höhe l der flüssigen Schicht zu verschaffen, kann man folgendermassen verfahren. Es sei a die ein für allemal gegebene halbe Distanz der polarisirenden Electroden. Man denke sich für ein beliebiges h die P-Curve construirt, von der ich allerdings bis jetzt nur weiss, dass sie die y-Axe mit der Abscisse h und die x-Axe mit der Abscisse $0{,}56\,h$ schneidet. Man lege eine zu dieser ähnliche P-Curve (mit dem Coordinaten-Anfangspunct als Aehnlichkeitscentrum), welche durch den Punct mit den Coordinaten a, l geht. Wo diese Curve (P') die x-Axe schneidet, liegt der gesuchte Wendepunct w.

Wenn ein geübter Rechner numerisch eine Anzahl von u-Werthen, welche zu einer un-

Fig. 7.

gefähren Uebersicht der Strömungs- und Spannungscurven für den letzterörterten Fall ausreicht, berechnete, so könnte man sich ein Bild der P-Curve verschaffen. Diese ist nämlich der Ort derjenigen Puncte, an denen die Strömungscurven der y-Axe oder die Niveaucurven der x-Axe parallel laufen."

Aus vorstehender Darstellung des Herrn Prof. Weber ergiebt sich, in vollkommener Uebereinstimmung mit den thatsächlichen Befunden, dass bei unipolarer Polarisation (Fall 1 und 2) der Wendepunct der Oberfläche stets der Electrode entspricht. Bei bipolarer Zuleitung (Fall 3 und 4) ist auf jeder Seite ein Wendepunct, welcher aber nur bei unendlich dünner Flüssigkeit senkrecht über der Electrode liegt. Er rückt mit zunehmender Dicke der flüssigen Hülle immer weiter nach aussen. Wie weit er nach aussen rücken kann, ist vor der Hand nicht zu ersehen; er kann sich zwar nicht um mehr als 0,56 h von der Mitte der durchlassenden Strecke entfernen; aber h ist in dem der Wirklichkeit am nächsten kommenden 4. Falle keineswegs die Dicke der flüssigen Hülle, sondern diese ist l, und h stellt eine behufs bequemerer Rechnung eingeführte, nicht näher bekannte Function von l dar, welche im Vergleich zu l möglicherweise sehr gross werden kann.

Der 4. Fall nimmt immer noch an, dass das Maximum der Polarisation der Electrode a entspricht. Unzweifelhaft aber erstreckt es sich in den meisten wirklichen Fällen über eine sehr lange Drahtstrecke von a nach aussen, wodurch der Wendepunct noch viel weiter nach aussen gerückt werden muss.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Zur Bestimmung der Umlaufszeit des Blutes.

Von

L. Hermann.

Die bekannte von Eduard Hering[1]) 1828 erfundene und

---

1) Eduard Hering ist vor einigen Jahren in hohem Alter gestorben. Es interessirt vielleicht manchen Fachgenossen, wenn ich das folgende Schreiben dieses verdienstvollen Forschers mittheile, welches von seiner geistigen Frische und seiner liebenswürdigen Bescheidenheit Zeugniss giebt.

Stuttgart, den 6. August 1879.

Verehrter Herr!

In dem hier erscheinenden schwäbischen Mercur las ich vor einigen Tagen, dass bei dem im September bevorstehenden Congress deutscher Aerzte und Naturforscher in einer der allgemeinen Sitzungen von Ihnen ein Vortrag über die Errungenschaften der Physiologie in den letzten 40 Jahren werde gehalten werden. Da ich mich im Laufe einer mehr als 50jährigen Dienstzeit (als Professor und Vorstand der hies. Thierarzneischule) mit Vorliebe physiologischen Versuchen zugewandt hatte, so glaube ich mich auf Ihre Darstellung freuen zu dürfen, ja ich bedenke mir den Fall, dass ich der Badener Versammlung persönlich anwohnen könnte, obgleich ich 80 Jahre hinter mir habe, dabei aber körperlich und geistig noch rüstig bin.

Aus den Handbüchern der Physiologie werden Sie, verehrter Herr, vielleicht meinen Namen bei Gelegenheit des Kreislaufs angeführt gefunden haben; ich habe meine Versuche über die Schnelligkeit des Blutlaufs zu verschiedenen Zeiten (1828, 1834 und 1854) bekannt gemacht, und sie sind, nachdem man anfangs ziemlich zweifelte, doch in ihren Resultaten durch Vierordt, Valentin u. A. m. bestätigt und annehmbar gefunden worden. Erst kürzlich noch habe ich eine Reihe von (vor mehreren Jahren angestellten) Versuchen über die Schnelligkeit der Resorbtion und über den Einfluss des grossen sympathischen Nerven und des Vagus veröffentlicht (1 Abdr. folgt hierbei); ich hatte früher im Sinne diese Versuche noch öfter zu wiederholen, allein mein Rücktritt von meiner Stellung (veranlasst durch

ausgeführte sinnreiche Methode, die Dauer des Blutumlaufs zu bestimmen, ist trotz der von Vierordt eingeführten Verbesserungen

den Verlust meiner nächsten Angehörigen) hatte mich die Sache vergessen lassen.

Abgesehen von der unerwarteten Schnelligkeit des Kreislaufes, welche meine so zahlreichen Versuche bestätigt haben, mache ich darauf aufmerksam, dass die Methode (Einführung von Ferrocyankalium in den Kreislauf) mir eigenthümlich ist, und dass ich die Versuche fast ohne Ausnahme am lebenden Pferde ausgeführt habe, bei welchem das Verfahren beinahe ohne die mindeste Störung des Versuchsthieres stattfand, was bei Kaninchen, Hunden u. dgl. nicht der Fall gewesen wäre. — Die sehr einfache Ausführung meiner Methode habe ich bei der Naturforscherversammlung in Stuttgart (1834), in Wiesbaden (1852), in Freiburg (1838) und in Turin (1869) am lebenden Pferde vorgezeigt.

Da es leicht möglich wäre, dass Sie sich dieser z. Th. schon vor so langer Zeit unternommenen Beiträge zur Physiologie des Kreislaufs nicht erinnerten, bin ich so frei Ihnen etliche Separat-Abdrücke zuzusenden, die ich noch besitze. Ich begreife sehr wohl, wie Sie durch die Zeit und die Umstände in Ihrem Vortrage beschränkt sein werden; um so mehr würde es mich freuen, wenn meine Bemühungen und ihre Eigenthümlichkeit mit wenigen Worten berührt werden könnten.

Ich lege noch einen seltenen Fall bei (Ectopie des Herzens), bei welchem ich auch die Genugthuung hatte, dass mein höchst einfaches Verfahren den Druck des Herzens zu bestimmen, mit den durch Rechnung erhaltenen Zahlen (von Valentin) übereinstimmte.

Schliesslich habe ich noch mitzutheilen, dass durch Zufall in mehreren physiologischen Werken mein Name mit dem des Prager Professors verwechselt worden ist; derselbe heisst Ewald Hering, und ich heisse Eduard Hering; da hier auch die Vornamen mit den gleichen Buchstaben anfangen, so lag die Verwechslung nahe.

Entschuldigen Sie, verehrter Herr, meine Zudringlichkeit; lassen Sie sich in Ihrem Vortrage durch meinen oben ausgesprochenen Wunsch in keiner Weise geniren, sondern glauben Sie der Versicherung, dass ich längst darüber hinaus bin literarischen Ruhm zu suchen und desselben zu bedürfen.

Sollte ich Ihnen in irgend einer Weise dienen können, so werde ich jederzeit bereit sein.

Indessen bin ich mit aller Hochachtung

Ihr ganz ergebener Diener

Dr. Hering,

Ob. Med.-Rath a. D.

Hering war in der That in Baden, leider ohne dass die versammelten Physiologen eine Ahnung hatten, dass der Nestor ihrer Wissenschaft unter

(die Literatur s. bei Rollett, in dem von mir herausgegebenen Handbuch der Physiologie, Bd. IV. 1. S. 336 ff.) ziemlich umständlich und schwer auszuführen, so dass die wenigsten Physiologen sie aus eigener Erfahrung kennen dürften. Namentlich bei kleinen Thieren ist es äusserst schwer, für die auf der (besonders herzustellenden, durch ein Uhrwerk zu drehenden) Scheibe angebrachten Tiegelchen die nöthigen Blutquanta zu gewinnen. Da auf diesem Gebiete eine Anzahl interessanter Fragen noch zu lösen sind, so habe ich die Methode so zu modificiren gesucht, dass sie auch an ganz kleinen Thieren mit den in jedem physiologischen Laboratorium vorhandenen Hülfsmitteln leicht ausführbar ist. Das von mir geplante Verfahren habe ich im vergangenen Sommersemester durch die Herren stud. med. Friedländer aus Breslau und Nägeli aus Rheinau ausführen lassen, und zuletzt auch selber erprobt.

Auf den 16 cm im Durchmesser haltenden Cylinder eines Baltzar'schen Kymographion-Uhrwerks wird ein Bogen guten eisenfreien Fliesspapiers aufgespannt. Die in das peripherische Venenende eingebundene Glascanüle wird so befestigt, dass sie dem Papier in der Nähe seines oberen Randes gegenüber mündet, ohne aber an demselben zu streifen. Das frei ausfliessende Blut fliesst auf dem Papier des rotirenden Cylinders ab und bildet auf demselben einen rothen Streifen, dessen Höhe um so grösser ist, je grösser das Thier und je langsamer die Rotation des Cylinders. Die Rotationsgeschwindigkeit wird so gewählt, dass sicher ein Umgang des Cylinders für den Versuch ausreicht, d. h. das injicirte Salz noch vor Vollendung eines Umgangs im ausströmenden Blute erscheint.

Alles kommt darauf an, dass die Injection der nöthigen Salzmenge sehr rasch vollendet ist, und dass die Salzmenge so gross wie möglich ist. Es empfiehlt sich daher die Injection einer möglichst concentrirten Lösung. Da jedoch das von allen früheren Experimentatoren angewandte Ferrocyankalium als Kalisalz bei di-

---

ihnen weilte. Ich selbst versäumte die Gelegenheit ihn kennen zu lernen, da ich bei seinem Besuche, im Augenblick seiner Abreise, nicht zu Hause war. Es folgten noch einige Briefe von ihm aus Stuttgart, sowie die Uebersendung eines gedruckten und mit von ihm selbst gezeichneten Bildern geschmückten Büchleins: E. Hering's humoristische Reliquien. Stuttgart 1878, welches von dem jugendfrischen und harmlosen Humor des alten Herren ein fesselndes Zeugniss giebt.

recter Injection in die Vene höchst verderblich auf die Thiere, namentlich auf kleinere, wirkt, und selbst raschen Herzstillstand hervorbringen kann, so wählte ich statt dessen Ferrocyannatrium, welches aus den Chemicalienhandlungen überall zu beziehen ist. Für Kaninchen werden 5 Ccm. einer 10 procentigen Lösung in das centrale Jugularisende rasch injicirt. Die Blutung aus dem peripheren Ende der Jugularis der anderen Seite muss schon vor der Injection begonnen haben. Anfang und Ende der Injection markirt ein Assistent mit Bleistift auf dem rotirenden Fliesspapier über der Canülenmündung.

Nach vollendetem Umlauf wird der Fliesspapierstreifen vom Cylinder abgenommen und zum Trocknen aufgehängt. Die Dauer eines Cylinderumlaufs wird vor oder nach dem Versuch mit der Uhr genau bestimmt. Auf dem getrockneten Papier wird durch Anlegung eines Massstabes eine Centimetertheilung mit Bleistift dicht über der Blutspur aufgetragen und numerirt. Der Zeitwerth jedes Centimeters ergiebt sich aus dem bekannten Umfange des Cylinders und der bekannten Umlaufsdauer.

Nun werden aus dem Blutstreifen mit einer reinen Scheere Stücke ausgeschnitten, welche die ganze Höhe des Streifens und Längen von einem oder mehreren Centimetern umfassen. Diese Probestücke werden dicht zusammengefaltet und in ein weites Probirglas, in welchem ein kleines Quantum destillirten Wassers zum Sieden gebracht ist, hineingeworfen, so dass das Papierpacketchen sofort ganz im siedenden Wasser untertaucht. Die Eiweisskörper des Blutes coaguliren sofort, und die im Wasser löslichen Bestandtheile, darunter das etwa vorhandene Probesalz, lösen sich im Wasser auf. Man unterhält das Sieden noch kurze Zeit, lässt dann abkühlen, und giesst den flüssigen, schwach getrübten Inhalt in ein anderes Probirgläschen ab, fügt demselben einige Tropfen verdünnten Eisenchlorids hinzu, und säuert mit einigen Tropfen reiner Salzsäure an. Durch successive Prüfung der einzelnen Papierproben nach diesem Verfahren lässt sich sehr scharf die Grenze ermitteln, an welcher das Blut anfängt ferrocyannatriumhaltig zu sein, und aus dem in Centimetern bekannten Abstande dieser Grenze vom Beginn der Injection ergiebt sich leicht die Dauer des Blutumlaufes.

Nach dieser leicht und sicher ausführbaren, bisher nur an Hunden und Kaninchen erprobten Modification der Hering'schen Methode

beabsichtige ich gewisse Fragen dieses Gebietes in Arbeit nehmen zu lassen. Da jedoch das Verfahren vielleicht auch Anderen gute Dienste leisten wird, habe ich es für zweckmässig gehalten, es schon jetzt mitzutheilen.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ueber den Einfluss des comprimirten Sauerstoffs auf die Lebensprocesse der Kaltblüter und einige Oxydationsvorgänge.

Von

Dr. med. **Karl B. Lehmann,**

bisher Assistent am physiologischen Institut in Zürich.

Vorbemerkung. Die folgenden Sätze enthalten ein Résumé der wichtigeren Ergebnisse einer Arbeit, die ich im Anschlusse an meine Mittheilung in Bd. XXVII dieses Archives unternommen habe. Dieselbe wird, da sie für vorliegendes Archiv etwas zu umfangreich ist und sich in manchen Abschnitten zu sehr mit rein chemischen Fragen beschäftigt, ausführlich nicht hier, sondern in der Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich publicirt werden. Da ich aber am Schlusse meiner ersten Arbeit in diesem Archiv weitere Mittheilungen über die vorliegende Frage in Aussicht stellte, so glaubte ich dieses Versprechen einlösen zu müssen.

1) Während ein ausgeschnittenes Froschherz wenigstens 24, meist aber 48—56 Stunden Pulsationen zeigt (unabhängig davon, ob man es abkühlt oder nicht), kommt in comprimirtem Sauerstoff (von 10—13 Atm.) der Stillstand nach etwa 8—9 Stunden bei Zimmertemperatur zu Stande. Möglichste Abkühlung (auf circa 2—3°) verlängert das Leben nur wenig, etwa auf 12 Stunden. — Werden die Herzen nach 24 Stunden aus dem Apparate entfernt,

so zeigen die nicht abgekühlten erhaltene Erregbarkeit auf Reize, in günstigen Fällen Pulsationsgruppen, bei den abgekühlten findet fast stets ohne Berührung ein Wiederbeginn regelmässiger Pulsationen statt, die tagelang anhalten können. Oft verstreichen nur Minuten bis die spontanen Pulsationen beginnen, nachdem man das Herz an die Luft gebracht hat. Comprimirter Sauerstoff macht also das Leben des Herzens latent, ehe er es vernichtet.

2) Ganz ebenso verhalten sich Herzen in reinem, sauerstofffreiem Wasserstoff. Kälte verlängert hier die Pulsationsdauer auch nur unbedeutend, etwa von 4—5 auf 6—7 Stunden im Durchschnitt. Die Pulsationen beginnen sofort wieder, wenn die Herzen, bald nachdem sie zum Stillstand gekommen sind, an die Luft gebracht werden. Ein 24stündiger Aufenthalt tödtet die Herzen mit oder ohne Abkühlung. Castell's Angabe, dass das Froschherz in Wasserstoff nur 1 St. 20 Min. pulsire, ist, wie auch Schiffer angibt, unrichtig.

3) Die Compression an sich (mit 10—12 A. Stickstoff), dem ungefähr 1 A. Sauerstoff beigemischt ist, ist in vielen Fällen keine Schädigung für das Froschherz.

Am Froschherzen stimmen demnach alle Thatsachen zu der Theorie, dass comprimirter Sauerstoff auf den Organismus nur wie (relativer, nicht absoluter) Sauerstoffmangel wirke; von einer eigentlichen Giftwirkung ist nichts zu bemerken.

4) Das Verhalten von ganzen, unversehrten Fröschen in comprimirtem Sauerstoff von 10—14 A., stimmt bis in die Details mit demjenigen, wie es Aubert für Frösche in reinem Stickstoff und in stark durch die Luftpumpe verdünnter Luft schildert.

Es tritt nach einer Periode normalen Verhaltens eine successive Lähmung des centralen Nervensystems ein, ohne irgendwie hervorragende Eingangssymptome, der Uebergang in den Zustand der Reflexlosigkeit wird manchmal, aber selten (wie im luftverdünnten Raume) durch einige klonische Krämpfe vermittelt. Es wurde nie eine deutliche Vermehrung der Reflexerregbarkeit, nur ein Mal ein ganz kurz dauernder Streckkrampf beobachtet.

5) Die Behauptung Bert's, dass eine vermehrte Erregbarkeit des Rückenmarks und Krämpfe constant der Lähmung vorhergehen und eine wichtige Rolle spielen, wird für den Kaltblüter bestritten. — Auch an Mäusen fehlen die Krämpfe (sogar unmittelbar ante mortem) im comprimirtem Sauerstoff ganz, wie Herr

Prof. Hermann in seinen mir übergebenen Vorversuchen fand, und ich bestätigte. Die Thiere sterben bei sehr verlangsamter und vertiefter Athmung dyspnoisch. Die von Bert namentlich an Vögeln beobachteten Krämpfe werden als modificirte Erstickungskrämpfe zu deuten versucht und die Bildung eines Krampfgiftes, die Bert annehmen möchte, bestritten.

6) Mit der Rückenmarkslähmung geht eine Dunkelfärbung der Haut Hand in Hand, im akinetischen Stadium pulsiren Blut- und Lymphherzen noch lebhaft, Muskeln und Nerven sind noch gut erregbar.

7) Die Erregbarkeit der motorischen Nerven und die spontanen Herzpulse hören meist ziemlich gleichzeitig auf. Die Lymphherzen pulsiren noch lange nach vollkommener Rückenmarkslähmung, sie können dann auch ohne Störung der Pulsation herbeizuführen durch Schnitt vom Rückenmark getrennt werden, was für ihre Automatie spricht. Das gelähmte Herz verharrt bis zur Starre in Diastole; zuletzt erst schwindet die directe Muskelerregbarkeit.

8) Brüske Decompression nach längerer Compression mit Sauerstoff von 8—12 A. führt zu reichlicher Gasentwicklung in Blut und Geweben der Kaltblüter, auch bei Anwendung eines Sauerstoffs, der nur $5^0/_0$ Stickstoff enthält. Die Decompressionskrämpfe des Frosches werden auf mechanische Rückenmarksreizung durch Gasentwickelung zurückgeführt. — Einzelne Muskelhaemorrhagien treten auch bei brüsker Decompression auf.

9) Das entwickelte Gas dürfte grossentheils Sauerstoff sein. Bert's an Warmblütern gewonnene Resultate stehen mit den meinen am Kaltblüter auch in Beziehung auf das Vorkommen und die Natur der Gasentwicklung bei der Decompression in bedeutendem Widerspruch.

10) Analog wie in sauerstofffreien Gasen (Pflüger, Aubert) verlängert Abkühlung das Leben der Frösche in comprimirtem Sauerstoff sehr beträchtlich. Noch nach 30stündigem Aufenthalte bei 12 A. findet vollkommene Restitution statt. Abgekühlte Winterschnecken mit minimem Stoffwechsel sind ebenfalls sehr viel resistenter gegen Sauerstoffcompression als Sommerschnecken. Beiläufig wurde die sehr rasche Aenderung der Pulszahl des Schneckenherzens constatirt, bei Aenderung der Temperatur des unversehrten Thieres.

11) Alle Symptome, die ein Frosch im sauerstofffreien Gase

zeigt, kommen auch im comprimirten Sauerstoff ganz gleich zur Beobachtung. Auch die Erholungssymptome nach Zurückbringen an die Luft stimmen ganz überein.

12) Da Gifte durch Abkühlung nicht günstig beeinflusst werden, ist comprimirter Sauerstoff nicht als Gift anzusehen.

13) Die Thiere sterben vielmehr im comprimirten Sauerstoff bei stark vermindertem Stoffwechsel unter den (manchmal etwas modificirten) Symptomen einer Erstickung.

14) Das Aufhören der Lebensprocesse, des Stoffwechsels ist im Sinne der Lebenstheorie von Hermann, Voit und Pflüger mit grösserer Wahrscheinlichkeit in der Störung der Synthesen, wie es Pflüger zuerst vermuthete (der alle Gewebe durchtränkende Sauerstoff wird schwer assimilirt) als in einer primären Behinderung der Spaltungsprocesse begründet.

---

15) Der Phosphor zeigt wie in reinem Sauerstoff (Schönbein) so auch in comprimirtem bis zu 14 A. keine Spur von Leuchten, von Säurebildung, von Ozonbildung, wohl aber

16) Geht vom Phosphor eine Substanz aus, die rasch Jodstärke entfärbt und Silbernitratpapier schwärzt.

17) Diese Substanz könnte Phosphordampf oder Phosphorwasserstoff sein, die einfachere und wahrscheinlichere Annahme ist die erstere, die zweite ist nur unwahrscheinlich zu machen, nicht auszuschliessen.

18) Die Entfärbung der Jodstärke geschieht zwar auch ohne die Anwesenheit von Phosphor, aber enorm viel langsamer, und zwar im comprimirten Sauerstoff noch langsamer als unter einer Luftglocke.

19) Comprimirte Luft von 4 A. (genauer $3^6/_7$) verhindert das Leuchten ebenfalls. (Genaue Bestätigung einer Angabe von Davy.)

20) Comprimirter Stickstoff von $4^4/_5$ A. schwächt das Leuchten nur unbedeutend. Verunreinigung mit Sauerstoff kann auch daran noch Schuld sein.

21) Während nach den Autoren bei 20—26° der Phosphor in reinem Sauerstoff leuchtet, kann er in 10 A. Sauerstoff auf 35° (wohl noch viel höher) erwärmt werden ohne zu leuchten. Phosphoröl leuchtet auch bei 45° nicht in 10 A. Sauerstoff.

22) Phosphor vermag in 10 A. Sauerstoff angezündet lebhaft zu brennen.

23) Die Thénard-Meissner'sche Theorie, dass sich der Phosphor in reinem Sauerstoff mit einer Oxydschicht überziehe, die ihn vor weiterer Oxydation schütze, ist fallen zu lassen. Denn

a) Das Meissner'sche Experiment, dass Phosphor im Sauerstoffstrom heftig leuchte, ja sich entzünde, wenn man ihn eine Weile einem CO_2 Strom ausgesetzt hatte, erregt eine Reihe theoretischer Bedenken und

b) gelingt nicht, wenn man die Temperatur von 17° constant erhält und Erhitzung vermeidet.

c) Die Annahme, dass Phosphor in Sauerstoff nicht zu verdunsten vermöge, ist auch für die stärkste Sauerstoffcompression als unhaltbar erwiesen.

d) Marchand hat die gleichen Resultate wie Meissner bekommen, ohne den CO_2-Strom, der nach Letzterem wesentlich ist; auch Marchand vermied eine allmälige Erhitzung des Phosphors nicht.

e) Olivenöl, das auf 45° erwärmt Phosphor theils gelöst, theils in gröberer oder feinerer Emulsion enthält, leuchtet auch nicht in comprimirtem Sauerstoff, obwohl, wenn man es schüttelt, stets frische, nicht von einer Oxydschicht überzogene Phosphormolecüle an die Oberfläche des Oels kommen müssen.

f) Die Ergebnisse von Donders über den Einfluss der Compressionsdauer stimmen nicht vollkommen mit denen meiner zahlreichen Experimente überein. Meine Resultate sind: Ein Phosphorstück, das man einer noch so starken Sauerstoffcompression unterwirft, leuchtet nach der Decompression sofort wieder, wenn die Compression nicht über eine Minute dauerte. Compression von 3—5 Minuten lässt das Leuchten im Apparat erst etwa 10—16 Secunden nach dem Herauspfeifen des letzten Restes Ueberdruck auftreten, während eine Compression von etwa 10 Minuten (oder mehr, bis 72 Stunden) das Leuchten im mit annähernd reinem Sauerstoff gefüllten Apparat erst nach $^1/_2$—$1^1/_2$ Stunden eintreten lässt. An die Luft gebracht tritt aber auch nach noch so langer Compression stets sofort Leuchten ein. — Auch comprimirtes, warmes Phosphoröl zeigt den gleichen Leuchtverzug. — Diese Versuche sprechen ebenfalls gegen die Bildung einer Oxydhülle,

die momentan entstehen müsste und nicht nach und nach dichter werden dürfte.

24) Die Annahme des Entstehens einer Hülle von condensirtem Sauerstoff um den Phosphor, die Absorption von Sauerstoff durch das Phosphoröl würde die Leuchtverzüge nach der Decompression erklären.

25) Comprimirter Sauerstoff ist nicht an sich ein trägeres Oxydationsmittel. Denn die Oxydation von

a) reducirtem Indigo,
Ferrosulphat,
alkalischer Pyrogalluslösung, und
Cyanin

geht rascher oder ebensorasch als in der Luft vor sich.

b) Radziszewsky's Leuchtkörper, deren Leuchten ebenfalls auf Oxydation beruht, leuchten in stark comprimirtem Sauerstoff stärker als in Luft:

1) Terpenthinöl, mit Aetzkali erwärmt,
2) Leberthran, desgleichen.

26) Leuchtorganismen leuchten stundenlang in stark comprimirtem Sauerstoff unverändert, endlich werden sie wie alle Organismen geschädigt.

1) Lampyris. 2) Leuchtholz. 3) Leuchtbacterien.

Es ist dies zugleich ein directer Beweis, dass diese Leuchtkörper nichts mit wirklichem Phosphor zu thun haben.

27) Schönbein hat die Theorie aufgestellt, dass der Phosphor in reinem Sauerstoff zu leuchten aufhöre, weil er keine Ozon mehr zu bilden vermöge. Es lässt sich zwar nun das halbvergessene Schönbein'sche Experiment, Phosphor durch ozonisirten reinen Sauerstoff zum Leuchten zu bringen, auch in 10 A. Sauerstoff wieholen, es ist aber zu erinnern, dass damit noch lange nicht die Ozonbildung wirklich als primärer Vorgang beim Leuchten bewiesen ist.

28) Das so erzeugte Leuchten ist schwach, kommt nicht von Erwärmung durch die Funken her und ist nicht von langer Dauer. Es bleibt nicht etwa ein einmal eingeleitetes Leuchten bestehen, was auch gegen Meissner spricht.

29) Die Prüfung der Schönbein'schen Hypothese, dass die gehinderte Ozonbildung auf einer zu geringen Phosphorverdunstung

im Sauerstoff beruhe, lässt dieselbe als wenig wahrscheinlich erscheinen. In Wasserstoff verdunstet Phosphor rascher als in Sauerstoff und Stickstoff, zwischen den beiden letzten Gasen aber konnte ich keinen deutlichen Wirkungsunterschied finden, doch waren die Versuche nur geeignet ein orientirendes Resultat zu geben.

30) Gegen die Schönbein'sche Vermuthung spricht auch die Abnahme des Leuchtens unter der Luftpumpe schon von einer mässigen Verdünnung an. (Contra Davy.) Beim Stehen unter der Luftpumpe nimmt der anfangs matte Glanz mehr und mehr zu und der Phosphor verzehrt unter sehr gesteigertem Leuchten den letzten Sauerstoffrest. — Bei sehr starkem Auspumpen scheint nach den Autoren eine primäre Lichtverstärkung bis zur Entflammung eintreten zu können.

31) Aether verhindert das Phosphorleuchten nicht, indem er das vom Phosphor gebildete Ozon für seine Oxydirung verbraucht, auch in Monaten tritt nie saure Reaction des Aethers ein, es hemmt also primär die Ozonbildung. (Contra Graham und Fischer.)

32) Auch im möglichst sorgfältig getrockneten Raum leuchtet der Phosphor, wenn auch abgeschwächt, weiter. Die Annahme, dass eine intermediäre Phosphorwasserstoffbildung (Donny und Szuch) zum Leuchten nöthig sei, ist somit unwahrscheinlich.

33) Die vorliegenden neuen Resultate lassen eine Reihe von älteren Theorien unhaltbar erscheinen, gestatten aber leider nicht die Aufstellung einer eigenen befriedigenden Hypothese der Sauerstoffwirkung auf den Phosphor, ebensowenig ist es gelungen, durch das Studium des Phosphorleuchtens weiteres Licht auf die Ursache des Todes der thierischen Zelle in comprimirtem Sauerstoff zu werfen.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Eine Thiry-Vella'sche Darmfistel an der Ziege.

Von

Dr. med. **Karl B. Lehmann,**

bisher Assistent am physiologischen Institut in Zürich.

(Z. Th. unter Mitwirkung von Herrn stud. med. R. Richert aus Stockholm.)

Am Hunde sind schon vielfach nach der sinnreichen Methode Thiry's Darmfisteln angelegt worden (in neuester Zeit hat Vella[1]) die Methode dahin verbessert, dass er beide Enden des isolirten Darmstücks nach aussen führte) — ohne dass es meines Wissens Jemand versucht hätte, auch am Herbivoren einmal ähnliche Beobachtungen anzustellen[2]). Wir folgten daher gern dem Vorschlage von Herrn Prof. Hermann, einen Versuch in dieser Richtung zu machen, und es gelang uns auch, an einer Ziege, wobei Herr Prof. Hermann die Güte hatte, die Lembert'sche Darmnaht selbst anzulegen, die Operation mit vollkommen befriedigendem Resultate auszuführen. Da der Pflanzenfresserdarm, wegen des grossen Speisevorraths im Magen, doch nie ganz leer zu bekommen ist, so hüteten wir uns, das Thier, eine kräftige 4jährige, reichlich Milch gebende Ziege, durch Hunger zu schwächen, und machten die Operation am 3. Juli nach bloss 12stündigem Fasten. Die Narcose wurde durch Einspritzen von Chloralhydratlösung in die Jugularis bewirkt, es wurden in 5 Dosen im ganzen 10 Gramm Chloralhydrat, in 30 Gramm Wasser gelöst, injicirt, was ein sehr

---

1) Vella in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre 1882. p. 40.

2) Vella erwähnt zwar, dass auch von den Assistenten der Bologneser Veterinärschule, den Doctoren Piana und Bosi, seine Methode mit Erfolg am Pferde geübt worden sei, aber ohne irgend eine Mittheilung über die Resultate zu machen.

gutes Resultat lieferte. Der Hautschnitt wurde in der Linea alba 3 Centimeter unter dem Nabel begonnen und 4 Centimeter lang gemacht, ein Dünndarmstück von 40 Centimeter Länge aus der Continuität ausgeschnitten und letztere durch 12 Lembert'sche Nähte wieder hergestellt. Es wurden dabei nur sehr wenig Serosa eingeschlagen, da uns ein erstes Thier am vierten Tage nach der Operation an Darmverschluss gestorben war. Die Bauchmuskeln wurden durch 6 sehr starke, doppelte, versenkte Seidennähte vereinigt, die beiden Fistelenden aussen mit je 10—12 feinen Nähten an die Haut, und, wo sie sich berührten, an einander befestigt, nachdem die eine etwas weite Mündung durch einige Quernähte verengert war. Während der Operation wurde häufig Carbolwasser auf die Wunde zerstäubt und auch sonst Carbolwasser nicht gespart, namentlich da viel dünner Koth aus dem angeschnittenen Darme ausfloss. Auf die Wunde kam Anfangs ein strenger Listerverband, bald aber nur nasse Carbolwatte, die durch ein auf dem Rücken des Thieres zusammengenäthes schlingenförmig den Bauch umgebendes Handtuch fixirt wurde. Zugleich diente dieser einfache Verband dazu, Prolapse des Darms zu verhindern.

Wie schon von Früheren beobachtet, floss auch bei uns während des Einnähens des Fistelstücks (nach der Entleerung des Kothes) viel fast klare, gelbliche Flüssigkeit aus demselben ab, offenbar Darmsaft, der auf den Reiz des Einnähens hin abgesondert wurde.

Vom zweiten Tage an bekam das Thier Wasser und Milch, vom vierten an etwas weiches Grünfutter (Blätter von Taraxacum officinale); ein Versuch Mehlbrei zu füttern musste aufgegeben werden, da das Thier ihn bald verschmähte. Bis zum fünften Tage erschienen noch Kothbestandtheile im Verband: Pflanzengewebe, Wurmeier etc., auch eiterten die Nahtstellen etwas und im vordern Wundwinkel kam etwas Eiter aus der Tiefe, von der Muskelwunde her. Fieber kam nie vor, eher ab und zu etwas subnormale Temperaturen. Am 9., 10. und 13. Tage werden die äusseren Darmnähte entfernt, nachdem am 7. Tage mit einem Klumpen festen, zusammengebackenen Kothes Blutspuren und eine der inneren Darmnähte entleert worden war.

Am 13. Tage wurde mit Versuchen, Secret zu erhalten, begonnen. Zu dem Zweck wurde die Ziege in Seitenlage auf den Tisch gefesselt, welche Fesselung später, als sich das Thier an

die Procedur gewöhnt hatte, unterbleiben konnte, wenn es nur etwas überwacht wurde.

Solange keine Spur von Prolaps bestand, fand keine oder doch nur eine höchst geringe Secretion ohne Reizung statt; die Reizung wurde mit einem Glasstabe vorgenommen, der oben einen wenig prominenten, etwas rauhen (runzeligen) Knopf[1]) trug.

Zum Gewinnen des Secrets diente beinahe ausschliesslich die hintere etwas weitere, also bequemer zugängliche Fistelöffnung, die auch das reinere Secret lieferte, während die vordere, engere einmal an sich eine reichlichere Production von eitrig schleimigen Flocken zeigte und zweitens auch von dem Wundsecret aus der Tiefe verunreinigt wurde.

Zum Zwecke der Reizung wurde der Glasstab mehr oder weniger weit (bis 15 Centimeter weit) eingeführt, etwas gedreht, hin und her bewegt, ab und zu herausgezogen und wieder hineingesteckt und dabei stets Sorge getragen, jeden Secrettropfen in ein kleines Becherglas zu sammeln, das bedeckt gehalten wurde, wenn es nicht grade zum Auffangen diente.

So erhielt ich am

16. Juli in 50 Min. 1,3 Gramm, also pro Stunde 1,56
17. „ in 35 Min. 0,96 „ „ „ „ 1,63,

an den folgenden Tagen ähnliche aber nicht jedesmal gewogene Mengen.

Der Darmsaft war meist fast klar (leicht opalescirend), doch nie ganz frei von feinen eitrigschleimigen Flöckchen (die vor dem Wägen entfernt wurden), von gelblicher Farbe, stark alkalischer Reaction, schwach salzigem Geschmack, ohne besonderen Geruch.

Zusatz von wenig Essigsäure in der Kälte brachte eine Trübung hervor, die bei vermehrtem Zusatz nicht schwand, und die einen Mucingehalt andeutet. — Ferrocyankalium und Essigsäure geben in der Kälte einen ziemlich voluminäsen Niederschlag, mit dem Filtrate gelingt die Biuretreaction nicht mehr. Also Albumingehalt ohne Anwesenheit von Pepton. — Vorsichtiger Salzsäurezusatz macht, wie dies schon Thiry beim Hunde fand, eine leichte Trübung, die auf weiteren Salzsäurezusatz schwindet, um endlich verstärkt wiederzukehren.

---

1) Ein Glasstab wurde zu dem Zweck vorn etwas weich geschmolzen, und die Spitze gegen einen Stein etwas aufgestossen.

Das specifische Gewicht habe ich am 20. Juli an auf Reizung mit dem Glasstab in $1^3/_4$ Stunden gewonnenen 2,39 Gramm Darmsaft zu 1,021 bestimmt.

Da das Thier länger als $1-1^1/_2$ Stunden die Seitenlage nur schwer ertrug, ich aber mehr als $1^1/_2$—2 Cubikcentimeter Darmsaft gebrauchte, griff ich dazu, den Darmsaft aufzufangen, der aus der Fistel des einige Zeit ohne Verband stehenden Thieres ohne Reiz ausfloss. Es fand dabei schon am 25. Juli, an welchem Tage ich dies zum erstenmale für 4—5 Stunden versuchte, eine geringe Schleimhautvorwulstung von $^1/_2$ Centimeter statt, was schon zu genügen scheint, um Umstände eintreten zu lassen, die als Reiz wirken und den Glasstab entbehren lassen.

Alle 5 Minuten, zeitweise alle 2—3 Minuten wurde mit dem Rande eines Becherglases vorsichtig und schonend über die hintere Fistelmündung gestreift und der ausfliessende klare Saft, der auch hier stets einige Eiter- und Schleimflöckchen enthielt, aufgefangen. So erhaltenes Secret zeigte

am 25. das specifische Gewicht	1,021
am 26.	1,016
am 6. August, wo schon ein temporärer starker Prolaps von 5—6 Centimeter Länge während des Sammelns auftrat	1,017.

Also im Mittel 1,0187, während Thiry für den Hund 1,0107 fand.

Die Menge des auf diese Weise erhaltenen Secrets war bis Anfang August, d. h. solange die stärkste Schleimhautvorwulstung 1 Centimeter betrug, etwa die gleiche wie ich sie oben, als auf Reizung mit dem Glasstab erhalten, angegeben habe, d. h. pro Stunde $1-1^1/_2$ Cubikcentimeter Saft, sodass ich 4—5 Stunden brauchte, um genügende Mengen für das Pycnometer zu erhalten.

Am 6. August, als während des Sammelns plötzlich ein grosser Prolaps von 5—6 Centimeter Länge auftrat, erhielt ich dagegen, da die gereizte Fläche nun viel grösser war, in 2 Stunden 5—6 Cubikcentimeter, also das doppelte bis dreifache der gewöhnlichen Saftmenge. In seinem Verhalten bot er nichts abnormes, nur war er der klarste aller erhaltenen Säfte, sodass ich ihn zur Gewichtsbestimmung kaum zu filtriren brauchte. Da von irgend welchen pathologischen Eigenschaften, abnormer Röthung etc. an der prolabirten Schleimhaut nichts zu sehen war, so stehe ich nicht an diesen Saft als ganz normal zu betrachten.

Weil die Ziege nie nüchtern ist, so liess sich der Einfluss von Nüchternheit und Fütterung auf die Secretmenge nicht untersuchen.

Ich habe dreimal die Bestimmung des Gehaltes des Saftes an festen Bestandtheilen gemacht und erhielt dabei am 28. VII. in 1,390 Gramm Saft 0,050 Gramm feste Bestandtheile, d. h. 3,6%.

In den beiden folgenden Bestimmungen ermittelte ich auch noch den Aschengehalt.

Am 1. VIII. erhielt ich
in 2,482 Gramm Saft
0,115 Gramm feste Bestandtheile,
0,019 Gramm Asche,
oder 4,6% feste Bestandtheile, 0,76% Asche.

Am 6. VIII. (Saft bei starkem Prolaps aufgefangen),
in 4,340 Gramm Saft vom spec. Gewicht 1,017
0,204 Gramm feste Bestandtheile
0,036 Gramm Asche
oder 4,7% feste Bestandtheile, 0,83% Asche.

Thiry fand bloss 2,121—2,781% feste Bestandtheile, die Menge der Aschen-Salze betrug einmal 0,3, sonst 0,76—0,97%.

Während Thiry angibt, dass sein Darmsaft auf Säurezusatz brauste, während auch seine Asche reichlich Carbonate enthielt, habe ich in beiden Fällen dieselben auffallender Weise vermisst. In meiner Asche sind Salzsäure und Phosphorsäure reichlich vorhanden, Schwefelsäure höchstens in Spuren, Calcium vermisste ich wie Thiry, auf Magnesia prüfte ich nicht. Nach dem Glühen gab der Salzsäureauszug eine schwache aber deutliche Eisenreaction, das Eisen stammt zweifelsohne von vereinzelten rothen Blutkörpern, die sich dem Safte beimischten.

Am interessantesten bei dem ganzen Versuch war uns natürlich die Frage, welche Fermentwirkungen der (filtrirte) Darmsaft entwickeln würde. Ich muss hier bekennen, dass es uns trotz zahlreicher vielfach modificirter Experimente nicht gelungen ist, irgend eine der bekannten Fermentwirkungen mit dem Darmsafte zu erhalten.

Zuerst versuchten wir ein saccharificirendes Ferment, wie man es beim Pflanzenfresser vielleicht eher als beim Hunde erwarten durfte, nachzuweisen. Mehrmals wurden zu diesem Zwecke dünne Stärkelösungen in kleinen Quantitäten mit dem Darmsafte zusammen auf circa 40° $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde erwärmt; nie gelang es auch

nur eine deutliche Spur von Zuckerreaction mit der Trommer-schen Probe zu erhalten, während die Probe stets gelang, wenn ich statt Darmsaft viel kleinere Speichelmengen nahm. Konnte ich mich über das Misslingen des Nachweises eines saccharificirenden Fermentes mit Thiry trösten, der beim Hunde auch ein solches vermisste, so war ich doch sehr überrascht, auch keine Einwirkung auf das sonst so leicht verdauliche Fibrin constatiren zu können.

Es wurden mehrmals Versuche gemacht mit reinem Darmsaft[1]), mit Saft, dem wir pro Cubikcentimeter 1 Tröpfchen concentrirte Sodalösung zugesetzt hatten, mit ganz schwach angesäuertem Darmsaft (verdünnte HCl bis zum deutlichen Auftreten der sauren Reaction), die Temperaturen wurden von 30—45° variirt, der Versuch stets 24 Stunden fortgesetzt, nie — nicht ein einziges Mal — zeigte sich in dieser Zeit eine Auflösung eines der wenigen feinen Fibrinfäden, die ich in jedes Verdauungsgläschen hineingab. — Nach 48 Stunden war ab und zu etwas Zerbröckeln des Fibrins zu beobachten, nach einer so langen Zeit haben aber Fäulnissprocesse Platz gegriffen, die das Resultat trüben, was schon daraus hervorgeht, dass in den stets angestellten Controlversuchen, bei denen statt Darmsaft reines Wasser (resp. angesäuertes oder mit Sodalösung versetztes) zur Anwendung kam, ebenfalls nach dieser Zeit ab und zu ein ähnliches Resultat beobachtet wurde.

Einmal gab ich in den Darmsaft zwei junge, gekochte Blättchen von Lotus corniculatus und Daucus carota, um eine allfällige Einwirkung auf Cellulose zu beobachten. Nach 24 Stunden bei 35—40° war weder eine Veränderung an den Blättchen zu sehen, noch Zucker im Darmsafte nachzuweisen. — Nicht einmal eine deutliche Rohrzuckerinvertirung war mit dem Safte zu erhalten, eine frisch bereitete und dann 24 Stunden aufbewahrte Rohrzuckerlösung reducirte Kupfersulphat genau ebenso rasch, wie es die gleiche Zuckerlösung that, die 24 Stunden mit Darmsaft bei 35—44° aufbewahrt worden war. In beiden Fällen gab es beim Kochen keine Verfärbung, bei längerem Stehen aber nach und nach eine mässige Oxydulausscheidung.

---

1) Der Darmsaft wurde stets frisch nach der Gewinnung angewendet, nur einmal als die Gewinnung am Nachmittag stattgefunden hatte, kam er erst am anderen Morgen zur Verwendung, doch stand er die Nacht über im Eisschrank.

Diese negativen Resultate trotz möglichst sorgfältiger Versuchsmethode befremdeten mich längere Zeit sehr, bis mir, ganz am Schluss meiner Arbeit eine Abhandlung von H. Frick[1]) in die Hände fiel, in welcher der Autor unter Leitung von Dr. J. Munk die Wirkung sorgfältig bereiteter Darmschleimhautextracte prüft. Es gelang diesem Forscher nie (sowenig wie mir am Darmsaft) an seinen Extracten aus der frischen Dünndarmschleimhaut von Pferd, Schaf, Schwein, Kaninchen, ja selbst vom Hunde irgend welche sichere Wirkung auf Stärke und Fibrin nachzuweisen. Ich habe hier nicht zu untersuchen, warum Frick auch aus dem Hundedünndarm kein tryptisches Ferment erhalten konnte, ich constatire nur, dass sich seine mit Herbivorenschleimhautextract gewonnenen Ergebnisse mit den meinen vollkommen decken.

Als die Ziege getödtet war, fertigte auch ich mir ein Extract aus der abgeschabten Dünndarmschleimhaut an, doch vermied ich dieselbe vorher mit Wasser auszuspülen, ich wischte nur mit den Händen den dünnen Koth ab, was auch anscheinend sehr gut gelang. Eine Portion abgezogener Schleimhaut liess ich mit etwas $3^0/_0$iger Borsäurelösung, eine andere mit $^1/_8{}^0/_0$iger Salicylsäurelösung versetzt, 24 Stunden stehen. Auch in diesen beiden, vor der Verwendung durch Sodalösung eben kräftig alkalisch gemachten Extracten liess sich keine Lösung von Fibrin nachweissen, Stärke wurde etwas in Zucker verwandelt, doch gab auch schon das nicht mit Stärke versetzte Extract eine schwache Zuckerreaction.

Wir hatten uns noch auf eine zweite Frage von unserer Ziege interessante Antwort versprochen, ich meine auf die Frage nach der Geschwindigkeit der Darmperistaltik, worüber Fubini[2]) für den Hund einige Angaben macht.

Während aber Fubini nur über ein 6 Centimeter(?) langes Darmstück verfügte, stand uns eine 40 Centimeter lange Darmschlinge zu Gebote, was sehr günstig schien. Aber unsre Hoffnung wurde getäuscht! Obwohl wir uns durch Durchspritzen von Wasser davon überzeugten, dass das Fistelstück durchgängig sei, wollte

---

1) H. Frick, Ueber die verdauenden Eigenschaften des Darmsaftes der Haussäugethiere. Archiv für wissenschaftliche Thierheilkunde. Bd. IX, p. 149.

2) Fubini, Centralblatt f. die medicinischen Wissenschaften. Bd. XX, 1882, p. 579.

es nicht gelingen einen bohnenförmigen oder eiförmigen an einem Ende hineingesteckten Körper am anderen Ende wieder austreten zu sehen. Ich nahm Siegellackkügelchen, mattes Glas, glatte Glasperlen, endlich ovoide halbgeglättete Korkstückchen von sehr verschiedener Grösse, stets wurde das Kügelchen, das man etwa 3—4 Centimeter weit hineinschob, nach einigen Minuten von der gleichen Oeffnung wieder ausgeworfen, ganz gleich ob die untere oder die obere Fistel gewählt worden war, sodass ich auf eine Fortsetzung der Versuche verzichten musste. Man darf fragen, ob überhaupt ein normales Darmstück, in welches weder Futter noch Galle etc. gelangt, Bewegungen macht.

Leider traten übrigens bald Erscheinungen auf, die die Verwendung des Thiers zu weiteren Versuchen unmöglich machten. In der Zeit vom 10.—27. August war ich am Besuche des Laboratoriums verhindert, als ich wiederkam, hatte die Ziege einen beträchtlichen Prolaps acquirirt, der brandig war und furchtbar stank, sodass ich sie zu tödten beschloss. — Die Schleimhaut des Fistelstücks erwies sich in den nicht prolabirten Stellen ganz normal blass, das Fistelstück war leer. Keine Peritonitisandeutungen im Abdomen ausser einigen Adhaesionen. Die Darmnahtlinie war nur als feinste Furche in der Schleimhaut zu sehen, die Serosa zeigt dagegen Stichnarben. An 2 Stellen der Darmserosaoberfläche sind Haare eingeheilt.

Ich theile den Versuch, obwohl er nach vielen Richtungen hin negative Resultate geliefert hat, mit, um zur Wiederholung desselben zu veranlassen, und bin weit von dem Glauben entfernt, dass unser Resultat: „der Darmsaft der Ziege besitzt keine verdauende Wirkung“, durch diesen einen Versuch schon über alle Zweifel bewiesen sei.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Notiz über die Resorption einiger Salze aus dem Darme.

Von

Dr. **Karl B. Lehmann,**

bisher Assistent am physiologischen Institut in Zürich.

Die Erforschung der Resorptionswege der Fette, Fettsäuren und Seifen, der Eiweisskörper und Kohlehydrate hat in den letzten Jahren zahlreiche Gelehrte beschäftigt, und wichtige Fortschritte sind hier zu verzeichnen. Die Frage der Aufnahmswege für die Salze, d. h. wie sich die Aufsaugung auf Blut- und Lymphgefässe des Darmes vertheilt, ist daneben fast ganz unbearbeitet geblieben. Die neueste, zusammenfassende, ausführliche Darstellung der Resorptionslehre von v. Wittich[1]) theilt kein einziges Experiment in dieser Frage mit, und steht im wesentlichen auf dem Standpunct von Donders[2]), der meinte: Es ist kein Grund vorhanden, warum nicht alle Substanzen von Blut und Lymphe sollten resorbirt werden können. Leicht resorbirbare Stoffe können aus dem centralen Lymphgefässe aufgenommen werden, ehe der Stoff im Ductus thoracicus erscheint[3]). v. Wittich stellt sich die Resorption der Salze in erster Linie durch das Blut bedingt vor (p. 285 l. c.), lässt aber auch den Chylus in nicht näher präcisirter Weise theilnehmen.

Ich suchte nach, ob sich nirgends bestimmtere Angaben fänden, hatte dabei aber nur wenig Erfolg.

Die ältere Literatur, die Valentin's Lehrbuch der Physiologie

---

1) v. Wittich in Hermann's Handbuch Bd. V, 2. p. 285.

2) Donders, De obslorping van vet. Nederlandsch lancet 1855, p. 319.

3) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen I. 2. Auflage. 1847, p. 406.

zusammenstellt, enthält, soweit ich sie im Original vergleichen konnte, nur wenig Angaben, die einer strengeren Kritik Stand halten.

In den zahlreichen Versuche von Tiedemann und Gmelin[1]) wurde in allen, wo die Untersuchung von Blut oder Lymphe ein positives Resultat ergab, das Thier erst $1^1/_2$—2, meist aber erst $3^1/_2$ Stunden nach der Einverleibung des Stoffes in den Magen getödtet; in der Zeit kann ein durch das Lymphsystem aufgesaugtes Salz sich durch den Ductus thoracicus dem Blute, ebensogut aber auch ein mit dem Blute aufgenommenes in den Lymphdrüsen etc. dem Inhalte des Ductus thoracicus mittheilen. Nie wurde in den Mesenterial-Chylusgefässen ein Salz nachgewiesen, allerdings wurde auch nur in den an Pferden angestellten Versuchen dies angestrebt. Da die Blei-, Quecksilber-, Eisen-, Baryt- und Schwefelsäurenachweise im Blute von den Verfassern selbst als misslungen, unsicher oder zweideutig bezeichnet werden, so sind eigentlich nur Versuch 6 und 16 als für Salzresorption beweisend anzusehen. In Versuch 6 wurde $1^1/_2$ Stunden nach Einverleibung von 3 Drachmen Ferrocyankalium im Pfortaderblut (aber auch in dem der untern Hohlvene, nur etwas undeutlicher(!)) und im Inhalte der Lymphe des Ductus thoracicus das Salz nachgewiesen. Bei dem Hunde, der zum Versuche Nr. 16 diente, der $3^1/_2$ Stunden nach der Fütterung mit Rhodankalium getödtet wurde, zeigte sich ebenfalls das Pfortaderblut und der Inhalt des Ductus thoracicus rhodankaliumhaltig. Die Schlüsse von Tiedemann und Gmelin lauten dahin, dass die Lymphgefässe nur ausnahmsweise Salze aufnehmen und dass dies die Blutgefässe in ausgedehnterem Maasse thun. Dieser Schluss gründet sich aber nur auf den sehr zweifelhaften Nachweis von Blei, Quecksilber und Barytspuren im Blute, während diese Substanzen in der Lymphe vermisst wurden.

Besser fundirt erscheint diese Annahme für den Indigo und einige Riechstoffe, die im Blute auftreten, während sie in der Lymphe vermisst werden, Analogieschlüsse sind aber hier nur wenig beweisend.

Aus all dem Angeführten scheint mir hervorzugehen, dass Tiedemann's und Gmelin's Versuche die Frage noch nicht definitiv gelöst haben.

---

1) Tiedemann und Gmelin, Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal in's Blut gelangen, über die Verrichtungen der Milz und die geheimen Harnwege. Heidelberg 1820.

In der Schrift dieser Autoren finden sich noch einige andere Versuche älterer Forscher erwähnt, die eine directe Resorption durch das Blut beweisen sollen, Home fand den Rhabarberfarbstoff, A. C. Mayer Ferrocyankalium nach Unterbindung des Ductus thoracicus im Blut, Magendie tödtete Hunde durch innerliche Darreichung von Strychnin, nachdem er ihnen den Ductus thoracicus unterbunden hatte.

Nach Valentin hat ferner Westrumb [1]) Ferrocyankalium und Sublimat im Blute, aber nicht in der Lymphe, Jod überhaupt nur im Harn nachweisen können. Panizza [2]) und Kramer konnten Ferrocyankalium bloss im Blute des Darmes, weder im übrigen Bute, noch im Ductus thoracicus, Jodkalium in der Lymphe (des Ductus thoracicus?) im Dickdarm und Pfortaderblut, salpetersaures Silber zwar im Blutgefässsystem, doch nicht in der Lymphe nachweisen. Chatin [3]) fand in der vereinigten Lymphe von 8 mit Arsen vergifteten Hunden kein Arsen, leicht dagegen im Blute, ebensowenig erhielt er eine Antimonreaction in der Lymphe bei Wiederholung des Versuchs mit Brechweinstein, obwohl er im Blute dieser Hunde sowohl, als im Aderlassblut von mit reichlichen Gaben Tartarus stibiatus behandelten Menschen leicht Antimon nachwies.

Valentin meint nach diesen Resultaten: Die Resorption der Salze werde vom Blute übernommen, und ein etwaiger Ueberschuss an die Saugadern abgegeben.

Meine Bemühungen, neuere Arbeiten über das in Frage stehende Thema zu finden waren umsonst; in Ludwig's Physiologie [4]) traf ich auch nur die Ueberzeugung ausgesprochen, dass die Blutgefässe die Salzresorption besorgen, ohne dass daneben eine gleichzeitige Aufnahme durch die Lymphgefässe bestritten wird. Durchsicht sämmtlicher Bände der Jahresberichte für Physiologie von Henle-Meissner von 1856—1871 und von Hofmann-Schwalbe 1872—1882 ergab nur die Angabe von Drosdoff [5]), dass indig-

---

1) Westrumb, Physiologische Versuche über die Einsaugekraft der Venen. Hannover 1825. Mir unzugänglich, ebenso wie das folgende.

2) Panizza, Dello assorbimento venoso. Milano 1842.

3) Chatin, Comptes rendus de l'Académie. XVIII, p. 836. 1844.

4) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Auflage. Bd. II, p. 561 ff., 562 ff.

5) Drosdoff, Zeitschrift für physiologische Chemie I, 140.

schwefelsaures Natron vom Blute, nicht von den Chylusgefässen resorbirt werde, was auch Tiedemann und Gmelin schon fanden.

Bei diesem Stande der Frage ging ich gerne auf den Vorschlag meines hochverehrten Lehrers Herrn Professor Hermann ein, zu versuchen, ob es nicht gelänge direct im Inhalt der Venen und Lymphgefässe des Darmes leicht nachweisbare Stoffe aufzufinden, kurze Zeit nachdem man sie in eine Darmschlinge gebracht hätte. Es handelte sich dabei vor allem um die richtige Auswahl des Salzes; mit Ferrocyankalium hatte ich gar keine brauchbaren Resultate, anders verhielt es sich mit Jodkalium, Rhodanammonium, Nitroprussidnatrium und Schwefelammonium, deren Nachweis häufig gelang.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: Das Thier, das 24—48 Stunden gehungert hatte, war mehrere Stunden vor der Operation mit Milch, fettem Fleisch etc. (Hunde, Katzen) gefüttert worden, oder man hatte ihm (Kaninchen) etwa 50 Gramm Olivenöl mit der Schlundsonde in den Magen eingeführt. In Chloral-Narcose wurde nun vorsichtig das vorher rasirte Abdomen in der Mittellinie geöffnet, eine vorgezogene Dünndarmschlinge auf eine mit 7‰ Kochsalzlösung befeuchtete Leinwandschicht gelegt, der eine untergelegte Wärmflasche von 40° die erforderliche Temperatur verlieh, um den Darm, ohne Gefahr seine Lebensprocesse zu stören, längere Zeit beobachten zu können. Die Darmschlinge wurde nun an einem Ende durch eine Ligatur fest verschlossen und in's andere eine Messingcanüle mit Hahn durch eine kleine Stichöffnung solid eingebunden.

In das Darmstück, das meist eine Länge von 6—10 Centimeter (an Kaninchen meist länger als bei Hunden) hatte, wurden 2—3—4 Cubikcentimeter der vorher auf Körpertemperatur erwärmten meist 5%igen Salzlösung eingespritzt, und der Hahn der Canüle geschlossen. Berieseln der Darmschlinge mit warmer verdünnter Salzlösung wurde reichlich angewendet, um die Schlinge functionsfähig zu erhalten. 2—3 Minuten nach der Injection wurde damit begonnen mit capillar ausgezogenen kleinen Glaspipetten aus einem angeschnittenen Blut- oder Lymphgefäss tropfenweise Flüssigkeit aufzunehmen und dieselbe sofort auf das gesuchte Salz zu prüfen.

Nach vielem Probiren fand ich folgende als die besten Nachweismethoden.

Jodkaliumhaltige Lymph- oder Blutströpfchen umgeben sich, wenn man sie in eine Schale fallen lässt, die einen dünnen, mit etwas rauchender Salpetersäure stark angesäuerten Kleister enthält, nach etwa $^1/_2$—2 Minuten mit einem heller oder dunkler blauen Hofe, den man durch vorsichtiges Blasen etwas von dem ursprünglichen Tropfen entfernen kann. Schon sehr kleine Jodmengen geben sich so sicher und rasch zu erkennen. Rhodanammonium weist man in der Lymphe am besten nach, indem man die Lymphtröpfchen auf ein mit verdünnter Eisenchloridlösung befeuchtetes (nicht benetztes!) Fliesspapier bringt, ein rother Hof deutet das Vorhandensein des Rhodansalzes an: im Blut geht der Nachweis auf gleiche Weise, doch fällt er weniger prägnant aus, weil die Farbe des Blutes und des Rhodaneisens ähnlich ist. Nitroprussidnatrium wird in ähnlicher Weise durch Auftragen der zu untersuchenden Tröpfchen auf ein mit Schwefelammonium befeuchtetes Fliesspapier nachgewiesen, doch hat man sich vor durch Contrastwirkung hervorgebrachten scheinbaren Höfen zu hüten, auch beobachtete ich, dass weisses Fliesspapier himmelblau wird, wenn es mehrere Minuten an der Luft mit Schwefelammonium befeuchtet liegt. Trotz aller dieser Fehlerquellen lässt sich mit Aufmerksamkeit sicher erkennen, ob der violette Nitroprussidring auftritt. — Schwefelammonium habe ich einmal durch Geruch und unfreiwillig durch den Geschmack im Mesenterialvenenblute erkannt. Die Mehrzahl der Versuche sind mit Jodkalium angestellt, da hier die Reaction am elegantesten eintritt.

Es wurden mehrmals in verschiedene Darmschlingen des gleichen Thieres hintereinander verschiedene Salze applicirt, also mehrere Versuche am gleichen Thiere gemacht. Im folgenden stelle ich kurz die Resultate zusammen. In manchen Fällen war überhaupt keine Lymphe zur Untersuchung zu bekommen, sei es dass die Gefässe schon bei der Oeffnung des Abdomens leer waren, sei es dass sie sich, was oft vorkam, bald contrahirten und entleerten, wenn die Darmschlinge an die Luft gebracht war.

Ziemlich oft misslang der Versuch des Nachweises in Blut und Lymphe der ersten Schlinge aus mir unbekannten Gründen, während an einer zweiten Schlinge der Versuch gelang. Da ich mich überzeugte, dass in solchen Versuchen $^1/_2$ Stunde nach Injection in die erste Schlinge noch keine Spur von dem Salze im Blute der Jugularis und der Ohrgefässe vorhanden war, benutzte

ich nach Abbinden und Abschneiden der ersten Schlinge häufig eine zweite des gleichen Thieres ohne mit dem gewählten Salze zu wechseln. Der Umstand, dass dasselbe nie sofort, sondern erst im Verlaufe von Minuten in dem Blute oder der Lymphe auftrat, war ein weiterer Beweis, dass es nicht aus der ersten Schlinge in den Gesammtkreislauf übergegangen war, sondern wirklich aus der zweiten stammte.

Tabellarische Uebersicht der Versuche.

⟩ vor einer Zahl bedeutet, dass sie zu klein, ⟨ dass sie zu gross ist.

Die angegebenen Zahlen bedeuten die Anzahl Minuten, die bis zum Eintritt der Reaction verstrichen.

Thierart.	Jodkalium		Rhodanammonium		Andere Salze.
	Blut.	Lymphe	Blut.	Lymphe.	
Kleiner Hund	5				
Grosses Kaninchen	A. ⟩9, ⟨17 B. ⟨8	5 5			
Halbwüchsiges Kaninchen	A. nicht gelungen. B. ⟨7	8, noch nach 23. 8 Spur, $6^{1}/_{2}$ kräftig.			
Junges ausgewachsenes Kaninchen	⟩3, ⟨10	nicht gesucht	nicht gesucht	$2^{1}/_{2}$ Spur, 7 kräftig	
Grosses Kaninchen			nicht gesucht	⟨8, noch nach 20	Nach 2 Minuten Spuren, nach 8 Min. deutliche Reaction auf Nitroprussidnatrium im Blute. In d. Lymphe nicht gesucht.
Junge ausgewachsene Katze.			⟨20 nicht früher gesucht	4 Spuren, 5 sehr deutlich	Nach 8 Minuten im Blute deutlicher Geschmack nach Schwefelammonium.
Kaninchen	⟨ 8	5			
Kaninchen	⟨15	12, nicht früher			

Aus dieser Tabelle folgt mit Sicherheit: **Sowohl Jodkalium als Rhodanammonium werden durch das Blut wie durch das Lymphgefässsystem resorbirt und zwar ungefähr gleichzeitig.** Es könnte aus der Tabelle hervorzugehen scheinen als ob die Resorption in den Lymphgefässen früher begänne, doch spricht bei genauerer Betrachtung höchstens Versuch No. 2 in diesem Sinne, da ich fast stets im Blute erst mit der Prüfung auf das Salz begann, wenn sie in der Lymphe vorher gelungen war.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ein Beitrag zur Lehre vom Geschmacksinn.

Von

Dr. med. **Karl B. Lehmann**,

bisher Assistent am physiologischen Institut in Zürich.

Die Zunge besitzt ein doppeltes System von empfindungsvermittelnden Nervenfasern, das des N. lingualis und das des N. glossopharyngeus. Während wir eine Reihe von Reizen kennen, die bloss den lingualis afficiren (die mechanischen), haben wir andererseits eine Anzahl von Stoffen, denen wir (in der nöthigen Verdünnung) eine ausschliessliche Einwirkung auf die geschmackspercipirenden Fasern zuschreiben (Zucker, Chinin), da sie an jeder anderen nicht mit Glossopharyngeus-Endigungen versehenen Schleimhaut keine Empfindung hervorzurufen im Stande sind. Von einer dritten Reihe von Reizen (grosse Mehrzahl der schmeckenden Substanzen, electrische Reize), die unsere Zunge treffen, sind wir ohne weiteres überzeugt, dass sie beide nervösen Apparate ansprechen, gleichzeitig einen Geschmacks- und einen Gefühlseindruck vermittelnd. Die beiden Eindrücke empfinden wir aber zu einem verschmolzen, ohne mehr als Vermuthungen darüber äussern zu können, wie gross der Antheil der einen oder andern Empfindungscomponente ist. Diese Unsicherheit des Urtheils geht soweit, dass manche Autoren die Empfindung z. B. des Sauren ganz von der

Liste der Geschmäcke streichen wollten und bloss dem lingualis an seiner Wahrnehmung Antheil zuschrieben, was von Vintschgau[1]) veranlasste, die Gründe zu sammeln, die dafür sprechen, dass doch der Nervus glossopharyngeus am Zustandekommen des Eindrucks des Sauern wesentlich betheiligt sei. — Aehnliche Unsicherheit besteht beim salzigen und beim adstringirenden Geschmacke, nur noch in viel höherem Grade[2]), es wird immer schwieriger neben dem lebhaften Tasteindruck in diesen Empfindungen noch deutlich eine Geschmackscomponente wahrzunehmen, so dass letztere von manchen Autoren geleugnet und, soweit ich sehe, wenigstens für den adstringirenden Geschmack noch nie mit Schärfe vertheidigt wurde.

Für alle Reize, die beide sensiblen Nervensysteme erregen, lässt sich durch Ueberlegung und durch Beobachtung an normalen Menschen die Sonderung der Empfindung in ihre beiden Componenten nur bis zu einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit führen, nur an einem Falle von vollständiger, einseitiger Geschmackslähmung bei vollkommen erhaltener Sensibilität lässt sich, indem auf der einen Seite in dem combinirten Eindruck die Geschmackscomponente fehlt, genau angeben, wieweit der lingualis, wieweit der glossopharyngeus an dem Zustandekommen des ersteren betheiligt ist.

Einen solchen Fall mitzutheilen bin ich durch die Güte des Directors der hiesigen chirurgischen Klinik, Herrn Prof. Kroenlein, und des Secundärarztes derselben, Herrn Dr. Lüning, im Stande, die die Freundlichkeit hatten, mir im vergangenen Winter einen Patienten zur Untersuchung zu überlassen, der wie geschaffen schien, die vorliegende Frage zu entscheiden. Beiden Herrn sei mein verbindlichster Dank gesagt.

Es handelte sich um einen 20 Jahre alten, gesunden, sehr intelligenten Erdarbeiter von Embrach (K. Zürich), der am 19. October 1882 verunglückte, indem er mit dem Kopfe unter einen umstürzenden mit 20 Centner Sand belasteten Wagen gerieth. Das Bewusstsein verlor er dabei nicht, obwohl es 20 Minuten dauerte, bis er aus seiner Lage befreit war, es floss aber Blut aus Mund

1) v. Vintschgau, dies Archiv XX, p. 280 u. f.

2) v. Vintschgau in Hermann's Handbuch III. 2. p. 194.

und Nase und es fand ein Erbrechen von klumpigem Blute ohne Uebelkeit statt.

Der hinzugerufene Arzt fand den Patienten bei Besinnung, mit etwas Schwindel behaftet und constatirte Störungen im rechten Facialis und Hypoglossus, die bis zum Eintritt ins Spital nicht wichen. Am 8. December wurde bei der Spitalaufnahme festgestellt: Facialisparese und geringe Hypoglossuslähmung rechts, das Gehör der rechten Seite ist gestört, fast aufgehobene Geschmacksperceptionsfähigkeit der rechten Zungenhälfte.

Als Ursache dieser Störungen wurde übereinstimmend mit der Diagnose des behandelnden Arztes eine Fractur der Schädelbasis mit Verletzung der Stämme der Nervi facialis, acusticus, glossopharyngeus und hypoglossus rechts angenommen.

Als ich den Patienten am 18. und 20. December sah, waren zwar die motorischen Symptome noch vorhanden, aber in sehr mässigem Grade, Patient fühlte sich körperlich wohl, er zeigte sich sehr intelligent und ging bereitwillig aufmerksam auf die Versuche ein, die ich an ihm anstellte, um seine Geschmacksfähigkeit näher festzustellen.

Die Prüfung wurde immer nur an kleinen Zungenpartien mittelst Betupfen mit einem feinen Pinsel, theilweise auch mit einem feinen Glasstabe vorgenommen, nach jeder Einwirkung eines intensiv schmeckenden oder sonst differenten Körpers wurde eine kleine Pause gemacht, der Mund ausgespült, applicirte kräftig schmeckende Substanzen auch wohl abgewischt, ehe die Zunge wieder zurückgezogen werden durfte. Die Resultate waren so übereinstimmend in den einzelnen Versuchen, dass keine grosse Wiederholung nöthig erschien, nichts desto weniger wurden alle Ergebnisse der Untersuchung des ersten Tages am zweitfolgenden nochmals geprüft.

Als Hauptresultate ergaben sich folgende Sätze:

Auf der linken (gesunden) Seite (ich habe bloss die obere Zungenseite untersucht) wurden alle Geschmackseindrücke von nicht zu geringer Intensität stets richtig erkannt. Als empfindlichste Region erwies sich eine schmale Zone an der Zungenspitze, etwa 1 cm lang und $^1/_2$ cm breit, alle Geschmäcke wurden am raschesten hier erkannt. Etwas weniger fein, immerhin aber sehr sicher, reagirte der seitliche Zungenrand, eine Zone etwa von der Breite eines halben Centimeters, und der Zungengrund in der Ge-

gend der Papillae circumvallatae. Die Zungenmitte der linken Seite erwies sich entgegen den meisten Angaben als schwach aber deutlich empfindlich für die meisten Geschmäcke.

Rechterseits zeigte nur die kleine Spitzenregion eine Reaction und zwar gegen alle Geschmäcke etwa so stark wie Seite und Grund der gesunden Hälfte, also schwächer als die entsprechende Gegend links. Am Rande, in der Mitte und in der Gegend der Papillae circumvallatae fehlte auf der rechten Seite der Geschmack ganz vollkommen. Die Sensibilität der beiden Zungenhälften war dabei auf das feinste erhalten.

Von einer Auftragung von Zucker in Lösung und als Pulver hatte Patient an den des Geschmackes entbehrenden Stellen ebenso wenig eine Spur von Empfindung als von dem Aufpinseln schwacher und starker Chininlösungen. Mit Glycerin sind nur wenig Versuche gemacht, einmal wurde ein Brennen angegeben, die anderen Male fehlte jede Empfindung. Es giebt also bittere und süsse Substanzen, die in den stärksten Concentrationen keinen Tasteindruck hervorbringen [1]).

Applicirte ich Säuren (Acidum Halleri), so wurde stets an Seite und Grund auf der rechten Seite nur ein stärkeres oder schwächeres (je nach der Verdünnung) Brennen empfunden, nie eine Spur des stets auf der gesunden Seite und an der schmeckenden Zungenspitze mit Leichtigkeit erkannten sauren Geschmackes.

Salze (Chlornatrium und Magnesiumsulphat) wirkten in verdünnter und concentrirter Lösung an den des Geschmacks entbehrenden Stellen schwach brennend, oder wie der Patient sich manchmal offenbar treffend ausdrückte „ätzend", nur an der Spitze und auf der gesunden Seite wurde der Salzgeschmack wahrgenommen, dabei schmeckte Magnesiumsulphat vorn mehr sauer, hinten mehr bitter, was mit den Angaben von Horn, Picht und Guyot stimmt.

Die Adstringentia Tannin und Kupfersulphat wirkten rechts seitlich und hinten bloss etwas stechend und deutlich zusammenziehend, auf der linken Seite kamen zu diesen Einwirkungen auf das Gefühl noch säuerliche und salzige Geschmackseindrücke und

1) Vgl. v. Vintschgau, dies Archiv XX, p. 233.

zwar schmeckte auch das Tannin vorn mehr sauer, hinten mehr bitter.

Diese Beobachtungen beweisen, dass v. Vintschgau's durch Ueberlegung gewonnene Schlüsse, dass im Sauren neben dem Gefühlseindruck ein Geschmackseindruck stecke, dass auch im Salzigen und Adstringirenden Geschmackscomponenten vorhanden seien, vollkommen richtig sind, sie bringen zugleich das von v. Vintschgau geforderte Experimentum crucis[1]) für seine Schlüsse in vollkommenster Form.

Leider lässt sich mein Fall nicht für die so vielumstrittene Lehre der Innervation der vorderen Zungenhälfte mitbenutzen, jedenfalls ist der Glossopharyngeus links, in dem zu den Schmeckbechern der Papillae circumvallatae gehenden Theile zerstört, vielleicht lässt sich die theilweise erhaltene Geschmacksfähigkeit der Spitze auf die Mittellinie überschreitende, von links herkommende Glossopharyngeusfasern zurückführen, doch sind auch noch viele andere Erklärungsmöglichkeiten vorhanden.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung des Donders'schen Druckes, nebst Untersuchungen über die Grösse der Minimalluft.

Von

Dr. **Karl B. Lehmann,**

bisher Assistent am physiologischen Institut in Zürich.

Die folgende Arbeit enthält den Versuch, einige von Herrn Prof. Hermann in seiner Abhandlung über „das Verhalten des kindlichen Brustkastens bei der Geburt"[2]) angeregte Fragen weiter zu fördern. Da ich die Versuche, die noch nach mehreren Richtungen ausgedehnt werden sollten (namentlich sollten Versuche

1) Dies Archiv XX, p. 230.

2) Dies Archiv, Bd. XXX, p. 276.

an menschlichen Leichen gemacht werden), aus äusseren Gründen wenigstens für längere Zeit unterbrechen muss, so theile ich in Kürze meine bisherigen Ergebnisse mit, um das immerhin ziemlich reichliche bisher gesammelte Material nicht verloren gehen zu lassen [1]).

Bei allen im Folgenden beschriebenen Versuchen bediente ich mich zur Bestimmung des Donders'schen Druckes eines engen, endständig in die Trachea eingebundenen Wassermanometers, das durch ein möglichst kurzes, starkwandiges, enges Kautschukrohr mit der Trachealcanüle in Verbindung stand. Wo die Trachea (bei grossen Thieren) zu weit war, um eine Glas- oder geriefte Metallcanüle fest und sicher einbinden zu können, wurde nach Donders' Vorgang ein weicher Korkstopfen, in den eine seichte Rinne geschnitten war, mit Schnur oder Draht 2- bis 3-fach in der Trachea festgebunden und durch eine Bohrung des Korks die zum Manometer führende kurze Glasröhre gesteckt. Um den Druck im Manometersystem vor Eröffnung des Thorax auf Luftdruck zu bringen, schaltete ich keinen Glashahn ein, der eine Communication nach aussen herzustellen erlaubte, sondern ich erreichte die Druckausgleichung dadurch, dass ich einen sog. Finder zwischen Manometerrohr und Schlauch hineinschob und so die überschüssige Luft austreten liess. Die Eröffnung des Thorax geschah meist von den Intercostalräumen her und zwar ausgiebig und doppelseitig (wo die Tabellen nichts anderes berichten), selten vom Zwerchfell aus; das Pericardium, dessen Durchtrennung nach Heynsius den Druck beim Kaninchen noch etwas steigert, liess ich für gewöhnlich intact. Einigemal hatte ich übrigens Gelegenheit, mich von der Richtigkeit von Heynsius' Angabe zu überzeugen.

Ich beginne diese Darlegung meiner Versuche mit denjenigen an Leichen junger Kinder, die ich der Güte des Herrn Professor Frankenhäuser verdanke. Hermann hat (l. c.) nachgewiesen, dass sich eine Aspiration des Thorax nur sehr allmählich beim menschlichen Neugeborenen entwickele, die ältesten von ihm unter-

1) Leider wurde ich auf die sorgfältige Arbeit von Heynsius „Ueber die Grösse des negativen Druckes im Thorax bei ruhigem Athmen" (dies Archiv, Bd. XXIX, p. 265) erst aufmerksam, als ich schon weit mit meinen Versuchen vorgerückt war, ich habe deshalb auf verschiedene dort berührte Punkte nur wenig geachtet.

suchten Kinder waren 4 und 8 Tage alt [1]), letzteres zeigte einen Druck von nur 6 Millimeter Wasser. Die Resultate meiner drei einschlägigen Versuche waren.

1) Knabe. Frühgeburt im 9. Monat. Hat 25h ziemlich kräftig geathmet. Nach ausgiebiger doppelseitiger Thoraxöffnung: Druck 3—4 mm Wasser.

2) Knabe. Reif. $4^1/_2$ Tage nach der Geburt an einer mir unbekannten Krankheit gestorben, die aber die Lungen intact liess. Donders'scher Druck 20 mm Wasser.

3) 3 Wochen alter Knabe, Tod bei ganz gesunden Lungen und kräftiger Athmung an Magen-Darmkatarrh. 16 mm Wasser war alles, was von Donders'schem Drucke nachzuweisen war.

Also scheint in den ersten 3 Wochen beim Menschen der Druck bei Pneumothorax nicht über 20 mm Wasser zu betragen. Trotz des freundlichen Entgegenkommens von Herrn Prof. Dr. Oskar Wyss, Director des hiesigen Kinderspitals, konnte ich in den Monaten Januar — März unter den zur Section kommenden Leichen älterer Kinder nur einen Fall finden, der zur Bestimmung des Donders'schen Druckes verwendbar schien, und auch diesen theile ich nur mit, um günstiger situirte Forscher zu solchen Beobachtungen anzuregen.

Knabe von 45 Wochen. Tod an acutem Magendarmcatarrh. Linke Lunge gesund ausser einigen gelatinösen Knötchen und einer unbedeutenden atelectatischen Partie in der Spitze. Einige brückenförmige Verwachsungen links vorn oben und unten, die hintere Partie der linken Lunge war ganz frei. In der rechten Spitze eine kleine katarrhalische Pneumonie mit beginnender Verkäsung, sonst auch diese Lunge ziemlich frei. — Donders'scher Druck bei linksseitigem Pneumothorax 40 mm, bei doppelseitigem Pneumothorax 45 mm Wasser. — In allen anderen Fällen zeigten die Lungen zu schwere Erkrankungen, um auch nur annähernd brauchbare Resultate liefern zu können.

Um aufzuklären wie Bernstein [2]) Drücke von 6—7 Millimeter Quecksilber, also 81—95 Mill. Wasser, nach einer Lufteinblasung beim Todtgeborenen habe finden können, hat Herr Prof. Hermann schon einige Versuche angestellt, die er in der schon mehrfach citirten Arbeit erwähnt. Es gelang ihm darin nie Drücke zu finden, die annähernd den Bernstein'schen gleich kamen, ich war in den folgenden drei Versuchen nicht glücklicher.

1) Frühgeburt im 8. Monat. Knabe. Tod nach 20 Stunden. Der Donders'sche Druck wird erst geprüft, nachdem die Lungen dreimal hintereinan-

1) Hermann, dies Archiv Bd. XXX, p. 287.

2) Bernstein, dies Archiv, Bd. XVII, p. 619.

der vorsichtig mit Hülfe der Wasserleitung und eines als Druckflasche eingeschalteten Gasometers mit 50, 80 und 50 mm Quecksilber aufgeblasen wurden. Der Thorax hob sich dabei merklich. Donders'scher Druck: 14 mm Wasser. Lunge schön lufthaltig, kein Emphysem.

2) Grosser, reifer, wegen Nabelschnurvorfall todtgeborener Knabe. Die Lungen werden zehnmal mit einem sehr kräftigen, grossen Blasebalg aufgeblasen, wobei ein seitliches Quecksilbermanometer Schwankungen von 50 mm zeigt. — Donders'scher Druck nachher + 15 mm. Lungen nur unvollkommen aufgeblasen.

3) Reifes Mädchen, durch Nabelschnurprolaps bei der Geburt gestorben. Mit Hülfe der Wasserleitung unter einem Druck von 200 mm Quecksilber langsam aufgeblasen. — Donders'scher Druck 35 mm Wasser. — Starkes subpleurales Emphysem, auch Thymusemphysem.

Da auch dieser letzte Versuch eine Zahl ergab, die weit unter den Bernstein'schen liegt, so fehlt mir, da ich weder annehmen kann, dass dieser Forscher noch stärker aufgeblasen habe, noch dass stärkere Aufblasung etwas genutzt hätte, eine Erklärung für diese Angaben. Bernstein[1]) giebt übrigens in seinen späteren Versuchen, wenn auch immer noch zu hohe, doch nicht mehr so exorbitante Zahlen an, wie in den früheren.

Was mir am Menschen unmöglich war, Bestimmung des Donders'schen Druckes in sehr verschiedenen jugendlichen Lebensaltern, suchte ich an Thieren zu erreichen. Als geeignetste Thierspecies schien sich die Ziege darzubieten, da ich zweimal zufällig Gelegenheit hatte, an erwachsenen Thieren die Bestimmung des Donders'schen Druckes zu machen, und junge Ziegen hier in den Frühlingsmonaten leicht und billig zu haben sind. Ausserdem machte ich eine Versuchsreihe an Katzen; an Hunden und Kaninchen sind nur gelegentlich, nicht systematisch, Experimente angestellt. — Mit dieser Untersuchung verband ich häufig die von Hermann (a. a. O. S. 285) in Aussicht genommenen Bestimmungen der Minimalluft[2]) der Lunge, über welche bisher keine Angaben vorliegen, nach folgender Methode. Nach Einbinden eines Trachealmanometers und Herstellung von doppelseitigem Pneumothorax wurde die Trachea, ohne vorher das Manometer zu entfernen, unterbunden, und nun die Lunge unverletzt mit der grössten

1) Bernstein, dies Archiv, Bd. XXVIII, p. 285.

2) Ich bediene mich im folgenden stets der von Hermann (l. c.) eingeführten Begriffe: Minimalluft und Collapsluft.

Sorgfalt herauspräparirt. Durch eine zweite Ligatur ward jetzt die Trachea kurz über der Bifurcation umschnürt, und fast ganz abgeschnitten, nur soviel blieb davon stehen als für das Einbinden einer Canüle später nöthig schien. Unter Anhängen eines Gewichtes von bekanntem Volum wurde nun die Lunge in ein mit Wasser exact gefülltes Standgefäss mit aufgeschliffener Glasplatte versenkt, und die Glasplatte wieder aufgesetzt. Das verdrängte Wasservolum minus dem Gewichtssteinvolum ergab die Zahl A = Volum des Lungengewebes + dem ihres Luftgehaltes, welcher letztere nicht etwa mit der Residualluft identisch ist, da ja die Thiere nicht etwa im Zustande tiefster Exspiration sterben. Durch Oeffnen der Ligatur entweicht diese Luft, welche, obwohl nicht von principiellem Interesse, öfters aufgefangen und bestimmt wurde. Mit demselben Apparat wird dann das Volumen der collabirten Lunge, d. h. Minimalluft + Gewebsvolum bestimmt. Um das Volum des Lungengewebes zu ermitteln, wägen wir die Lunge und berechnen aus dem absoluten und dem specifischen Gewichte derselben das Volum. Leider versäumte ich an der vollkommen anectatischen Lunge eines todtgeborenen Kindes, die mir ganz im Anfange meiner Versuche zu Gebote stand, eine Bestimmung des specifischen Gewichtes, und vermochte später keine anectatische, menschliche Lunge zu erhalten, da an fast allen todtgeborenen Kindern in der hiesigen Gebäranstalt durch künstliche Respiration Luft in die Lunge eingepresst wird.

In der Literatur fand ich keine Angabe über das specifische Gewicht der Lunge, ich habe mir aber aus den Bestimmungen, die Krause und Fischer[1]) vom specifischen Gewichte zahlreicher Körperorgane machen, in folgender Weise eine Zahl construirt, die sicherlich nicht weit von der Wahrheit abweicht. Die erwähnten Forscher fanden das

specifische Durchnittsgewicht des glatten Muskels = 1,0582
„ „ der Leber = 1,0572
„ „ der Milz = 1,0579
„ „ der Aorta = 1,0669.

1,06 entspricht ungefähr einer Mittelzahl aus diesen Werthen, und ich trage kein Bedenken diese Zahl im Folgenden zu Grunde

1) Krause und Fischer, Neue Bestimmungen des specifischen Gewichtes von Organen und Geweben. Zeitschrift für rationelle Medicin Bd. 26, p. 311. 1866. Citirt nach Gscheidlen, Physiologische Methodik p. 60.

zu legen, auch ändert die Annahme des specifischen Gewichtes zu 1,07 oder 1,08 nichts wesentliches in meinen Berechnungen.

Anfangs versuchte ich nach der von Hermann[1]) ersonnenen Methode durch Anfüllen mit Kohlensäure die Lunge anectatisch zu machen, musste mich aber leider überzeugen, dass die Resultate derselben bei Anwendung grösserer Lungen (Hunde, junge Ziegen etc.) nicht mehr so schön sind wie die bei Verwendung von Kaninchenlungen erreichten; trotz 8—10maligen Anfüllens der Lunge mit Kohlensäure bleiben nachher leicht einzelne Partien lufthaltig. Ich habe in den folgenden Tabellen, auch wo ich nach der Kohlensäuremethode direct das Volum bestimmt habe, stets der Gleichmässigkeit wegen die unter der Annahme eines specifischen Gewichtes von 1,06 berechnete Zahl für das Lungenvolum verwerthet. Die Subtraction des berechneten Lungenvolums vom Gesammtvolum ergiebt die Minimalluft.

Da mir keine frischen menschlichen Lungen zur Bestimmung der Minimalluft zu Gebote standen, mir auch ein Apparat fehlte, um das Volumen grösserer Thierlungen zu bestimmen, so beschränkten sich meine Minimalluftbestimmungen auf kleine erwachsene und junge grosse Thiere. Solche Bestimmungen haben aber keinen Werth, wenn wir über die betreffenden Lungen nichts Näheres wissen, wenn wir die Menge der Minimalluft nicht mit anderen respiratorischen Grössen vergleichen können. Da ich weder die Vitalcapacität, noch die Respirationsluft bei meinen kleinen Thieren bestimmen konnte, verfiel ich auf den Gedanken, das „Maximalvolumen" der betreffenden Lunge zu bestimmen. Ich bezeichne damit die Luftmenge, die man in die zu untersuchende Lunge eintreiben kann, ohne dieselbe zu verletzen, und ich nehme an, dass diese Luftmenge ungefähr die Summe von Vitalcapacität und Residualluft darstellt.

Die Versuche wurden mittelst eines einfachen Apparates gemacht, der aus einer grossen, weithalsigen Glasflasche bestand, auf die eine von 2 runden Oeffnungen durchbohrte matte Glastafel aufgeschliffen war. In den beiden Bohrungen steckten von Glasröhren durchsetzte Kautschukzapfen; der Kautschukzapfen, der gerade in der Mitte der Glastafel eingesetzt war, trug eine kurze, unten mit einer Riefe versehene Glasröhre, der andere mehr an

1) Hermann u. Keller, dies Archiv Bd. XX, p. 365.

der Peripherie stehende Zapfen eine bis auf den Grund reichende, in ihrem oberen Ende in einem spitzen Winkel abgeknickte Röhre. Es wurde nun erst das Luftvolum, das in einer an die kurze Glasröhre anzubindenden Lunge enthalten war, wie oben bestimmt, dann die durch ein passend angebrachtes Gewicht beschwerte Lunge in die mit Wasser gefüllte Flasche eingesenkt, durch die peripherische Bohrung der Glastafel das Gefäss unter Neigen exact gefüllt, und der zweite Stöpsel mit der langen Röhre eingesetzt. Jetzt wurde entweder mit dem Munde oder einem Gasometer die Lunge solange aufgeblasen, bis sich alle Lappen vollkommen entfaltet zeigten und eben die ersten Luftblasen aus der Pleura pulmonalis zu entweichen begannen[1]). Man fühlt beim Aufblasen mit dem Munde sehr deutlich, wann man aufhören muss, doch genügte mir diese Genauigkeit nicht, und ich schaltete deshalb in einer Reihe von Versuchen ein seitenständiges Quecksilber-Manometer beim Aufblasen ein. Es zeigte sich nun hier, wenn ich unter Anwendung eines mässigen Druckes glaubte die Aufblasung beendet zu haben, dass ich durch noch so starke Druckvermehrung den Luftgehalt der Lunge nur noch ganz unbedeutend steigern konnte, so: von 159 Cubikcentimeter bei 35 mm Quecksilber
auf 169 Cubikcentimeter bei 80 mm Quecksilber,
und von 289 Cubikcentimeter bei 60 mm
auf 300 Cubikcentimeter bei 120 mm.

Die Fehler, die ich dadurch etwa machte, dass ich das einemal etwas kräftiger als das anderemal aufblies, sind somit geringfügig und verlieren bei der Verwendung, die ich von diesen Zahlen mache, vollends jede Bedeutung. Wo ich den Druck mass, steigerte ich ihn zur Bestimmung der Maximalluft nie über 30—60 mm Quecksilber je nach der Thiergrösse.

Ich lasse nun in tabellarischer Uebersicht meine Versuche folgen und beginne mit

---

1) Vgl. Ewald u. Kobert, dies Archiv Bd. XXXI, p. 160.

Tabelle I. Ziegen.

Nummer.	Thiergewicht.	Alter in Tagen.	Donders'scher Druck nach Eröffnung des Thorax einseitig.	doppelseitig.	Lungengewicht.	(Luftgehalt d. nicht collabirten Lunge.)	Volum der Lunge plus Minimalluft.	Minimalluft.	Maximalluft.	Verhältniss beider.	Todesart und Bemerkungen.
1	2625	1	11	11	40	($2\frac{1}{2}$)	49	$11\frac{1}{9}$	159	$14\frac{1}{2}$	Nackenstich. Verblutung. Thier für sein Gewicht auffallend klein.
2	2500	$2\frac{1}{2}$	10	14	49	—	74,5	$27\frac{3}{4}$	317	$11\frac{1}{2}$	Schlag auf den Kopf. Zwillinge.
3	2500	$2\frac{1}{2}$	10	30(?)	42	—	70,5	31	285	$9\frac{1}{5}$	
4	2700	5	—	10	47	—	68,5	24	244	$10\frac{1}{6}$	Cyankalium.
5	3250	3	—	20	50	—	$86\frac{1}{2}$	39,5	ca. 320	$8\frac{1}{4}$	Nackenstich.
6	2750	8	14	15	67	(11)	101	$37\frac{3}{4}$	289	8	
7	3250	14	15	18	—		88	—	—	—	Nackenstich.
8	3500	ca. 30	18	21	72	(50)	104	36	380	$10\frac{1}{2}$	Nackenstich. Verblutung.
9	Grosser Ziegenbock		35	40	—	—	—	—	—	—	
10	Grosse Milchziege, vierjährig		42	44	—	—	—	—	—	—	Verblutet.

Zu der Tabelle bemerke ich, dass alle Ziegen sofort nach dem Tode untersucht wurden. — Die Zahl 30 für den Donders'schen Druck in Versuch 3 halte ich aus verschiedenen Gründen für falsch, wollte sie aber doch, da ich sie in meinen Protokollen fand, nicht weglassen. — Aus der Uebersicht scheinen mir folgende Schlüsse hervorzugehen:

Der negative Druck im Thorax ist bei jungen Ziegen bis zum Alter von 4—5 Wochen unzweifelhaft geringer als bei ausgewachsenen. Aus meinen Zahlen lässt sich nichts sicheres über die Entwickelung des Donders'schen Druckes in diesen ersten Lebenswochen sagen; wenn auch das jüngste Thier so ziemlich die niedrigsten, das älteste die höchsten Zahlen geliefert hat, so wird doch die Grösse der dazwischenliegenden Werthe nicht deutlich vom Alter bestimmt. Man könnte versucht sein, die Druck-

differenz zu Ungunsten der jungen Thiere durch die Anordnung meiner Experimente zu erklären. Da der schädliche Raum bei den kleinen und grossen Thieren gleich gross gemacht worden sei, so bedinge dies einen Fehler zu Gunsten der grossen Thiere. Eine einfache Rechnung, auf deren Wiedergabe hier verzichtet werden kann, hat mir gezeigt, dass dieser Fehler practisch unschädlich ist.

Die Grösse der Minimalluft beträgt bei Ziegen im Alter von 2—30 Tagen 24—30 Cubikcentimeter, $^1/_8$—$^1/_{10}$ der Maximalluft. Aus dem Versuch 1 scheint hervorzugehen, dass die Minimalluft, die dem Neugeborenen ja ganz fehlt, sich nur allmählich ansammelt, sie betrug in diesem an einem ganz jungen Thier angestellten Versuche nur $^1/_{14}$—$^1/_{16}$ der Maximalluft, freilich gestattet dieses eine Experiment noch keinen sicheren Schluss.

Ueber meine weiteren Versuchsreihen kann ich mich kurz fassen, nur die an Katzen kann Anspruch auf einige Vollständigkeit machen.

Tabelle II. Katzen.

Alle in diese Tabelle aufgenommenen Katzen wurden sofort nach dem Eintritt des Todes untersucht, die kleinen Kätzchen wurden alle durch Chloroform, die grossen durch Verblutung getödtet. Bei Versuch Nr. 10, wo der Donders'sche Druck nur 20 mm betrug, bin ich sehr geneigt einen Versuchsfehler anzunehmen. Bei den kleinen Kätzchen mit dem geringen Lungenvolum hat der schädliche Raum schon einen entschiedenen Einfluss auf den Ausschlag des Manometers. Immerhin ergiebt auch hier eine Rechnung wie bei den Ziegen, dass dieser Einfluss bei Weitem nicht ausreicht, um das Wachsthum des Donders'schen Druckes mit dem Lebensalter und der Thiergrösse zu erklären. Die Druckunterschiede zwischen den erwachsenen Thieren und den jungen scheinen bei den Katzen etwas weniger gross zu sein als bei den Ziegen, doch möchte ich die Entscheidung dieser Frage lieber directen Versuchen mit noch kleinerem schädlichen Raum überlassen. Zu vergessen ist auch nicht, dass ich ganz junge Katzen (d. h. in den ersten Lebenstagen) überhaupt nicht untersucht habe, dass vielmehr die jüngste 9 Tage alt war.

Auch bei den Katzen betrug wieder die Minimalluft ungefähr den 10. Theil der Maximalluft, mit Ausnahme des Versuches Nr. 9. Die ziemlich reichlich Luft haltende herausgenommene Lunge zog sich nach Abnahme der Ligatur in einer Weise zusammen, wie ich es sonst nie sah, sie machte einen fast anectatischen Eindruck und enthielt höchstens noch die Hälfte der Luft, die ich nach aller Analogie erwartete. Einen Grund kann ich hierfür nicht angeben.

An Hunden sind nur wenig Versuche angestellt. Ich muss erstens hervorheben, dass ich an ganz frischtodten und an todtstarren Thieren keine wesentlich verschiedenen Zahlen erhielt[1]), es fehlen bei den todtstarren Thieren die höchsten Werthe, die ich bei den frischen Leichen erhielt, doch kommen auch keine so niedrigen Werthe vor, wie ich sie dort zweimal in ganz sorgfältigen Versuchen beobachtete. — Die Werthe von Heynsius für frischtodte Thiere zeigen ähnliche Schwankungen wie meine: 48—67 mm, doch sind seine Minimalwerthe nur ganz wenig kleiner

1) Sollte sich dies in grösseren Versuchsreihen bestätigen, so wäre damit dargethan, dass die Untersuchungen am Menschen sich nicht auf zufällig ganz frisch zu erhaltende Leichen (Verbrecher etc.) zu beschränken haben, wie Heynsius fordern zu müssen glaubt.

als meine Maxima. Trotz vielen Nachdenkens ist es mir nicht gelungen den Grund dieser Abweichung zu finden, ich kann in meiner Versuchsanordnung keinen Grund sehen für eine Erniedrigung meiner Werthe. Ueber den Einfluss des Lebensalters auf den Donders'schen Druck gestatten die Resultate am Hunde keinen Schluss, da sie nur an fast oder ganz ausgewachsenen Thieren vorgenommen sind. — In der einzigen Bestimmung, die ich über das Verhältniss von Minimal- und Maximalluft vornahm, ergab sich dasselbe etwas kleiner als 12.

Frischtodte Hunde.

Todtenstarre Hunde.

8	—	—	40	—	—	—	—	—	seit 30h todt.
9	4,5	ca. 3—4	43	—	—	—	—	—	seit 24—36 h todt.
10	13	—	40	—	—	—	—	—	seit mehr als 24 h todt.
11	26	2	46	—	—	—	—	—	seit 48h todt. Leonberger.

NB. Alle von mir todtenstarr untersuchten Hunde wurden durch Schläge auf den Kopf getödtet, ich sage für die Erlaubniss, diese und einige andere Thiere für meine Versuche zu verwenden, Herrn Prof. Dr. Zschokke an der hiesigen Thierarzneischule meinen besten Dank.

Ueber meine Bestimmungen des Donders'schen Druckes am Kaninchen kann ich ungefähr das gleiche sagen, wie über die am Hunde. Die erhaltenen Zahlen sind etwas kleiner als die von Heynsius, trotzdem dass grosse Kaninchen französischer Raçe fast ausschliesslich verwendet wurden. Die Todtenstarre war auch hier ohne merklichen Einfluss auf die Druckhöhe; wie oben bemerkt liess ich das Pericard bei Anlegen des Pneumothorax undurchtrennt.

Tabelle IV. Frischtodte Kaninchen.

Nummer.	Donders'scher Druck bei doppelseitigem Pneumothorax.	Thiergrösse, Todesart (soweit notirt).
1	25	Noch nicht halb ausgewachsen (625 gr).
2	22	Ueber halbwüchsig.
3	20	Nicht vollkommen ausgewachsen.
4	20	ebenso.
5	20	Vollkommen erwachsen. Verblutung. Nackenstich.
6	25	Vollkommen erwachsen. Verblutung. Nackenstich. (2400 gr.)
7	50	War eines meiner ersten Resultate. Irgend ein Fehler ist mir wahrscheinlich. Verblutet.
		Todtenstarre Kaninchen.
8	20	Sechs Wochen alt. Kleinere Raçe. Tod nach Trigeminusdurchschneidung.
9	28	Noch nicht halbwüchsig (625 gr).
10	30	Ganz erwachsenes Thier.

Das Resultat meiner Arbeit fasse ich in die zwei Sätze zusammen.

1) Der Donders'sche Druck entwickelt sich beim heranwachsenden Thiere allmählich, noch nach Wochen hat er (bei Ziegen, wahrscheinlich auch beim Menschen) erst ungefähr die Hälfte desjenigen erreicht, den wir beim erwachsenen Thiere beobachten[1]. Es lässt dies darauf schliessen, dass, wie es Hermann schon ausgesprochen hat, der Thorax allmählich in seinem Wachsthum den Lungen voraneilt. Die Druckunterschiede erwachsener Thiere gleicher Species sind vom Körpergewicht unabhängig.

2) Die Minimalluft beträgt ungefähr $^1/_8$—$^1/_{12}$ der Maximalluft. Da meine Versuche grösstentheils an jungen Thieren angestellt sind, so gilt diese Angabe für erwachsene vorläufig noch mit einigem Vorbehalt. Es muss aber ein leichtes sein nach der von mir befolgten Methode mit grösseren Gefässen die Bestimmung auch an grossen Lungen zu machen.

---

1) Auch die Versuche, die Heynsius (l. c.) zur Vergleichung des Donders'schen Druckes von Kuh und Kalb anstellte, sind damit in vollem Einklang.

(Aus dem physiologischen Institut zu Christiania.)

Roberts's Methode und die quantitative Bestimmung von kleinen Mengen Traubenzucker im Harne.

Von

Prof. **Worm Müller.**

---

§ 1.

Wo es darauf ankommt, kleinere Zuckermengen als 0,5% im Harne zu bestimmen, sind die gewöhnlichen Methoden unzureichend; der Circumpolarisationsapparat ist nicht anwendbar, weil die Fehlergrenzen betreffs des Harnes auf ± 0,3% geschätzt werden können; Fehling's Methode ist ebenfalls zu verwerfen, weil Kupferoxydul unter solchen Umständen gewöhnlich aufgelöst gehalten wird, so dass man die Endreaction nur mittels Entfärben der Flüssigkeit beurtheilen kann, welches vielfachen Erfahrungen zufolge ein ungenaues Resultat giebt.

Der Gehalt an reducirenden Stoffen im Harne lässt sich allerdings mit Knapp's Flüssigkeit bequem titriren, aber die auf diese Weise gefundene Menge (nach dem Reductionsvermögen des Traubenzuckers berechnet) repräsentirt oft kaum annähernd den reellen Zuckerwerth, weil die übrigen reducirenden Substanzen hier wesentlich in Betracht kommen, und weil die Menge derselben, welche mit 0,05—0,4% Traubenzucker äquivalent sein kann, innerhalb weiter Grenzen variirt.

Es gilt hier, den wahren Zuckergehalt zu bestimmen, und das geschieht nach den im Institute gesammelten Erfahrungen am sichersten durch Titriren des Harnes mit Knapp'scher Flüssigkeit vor und nach Behandlung mit Hefe[1]). Der Unterschied zwischen den gefundenen Werthen (nach dem Reductionsvermögen des Traubenzuckers

---

1) Man versetzt den Harn mit gut ausgewaschener, an der Luft getrockneter Presshefe und lässt ihn damit 24 bis 48 Stunden bei 20—25° C. stehen.

berechnet) vor und nach der Gährung entspricht im Ganzen so genau der wirklichen Zuckermenge, dass man auf diesem Wege 0,05% Traubenzucker im Harne bestimmen kann, wovon ich mich öfters dadurch überzeugt habe, dass ich abgewogene Mengen Traubenzucker in normalem (zuckerfreiem) Harne auflöste, so dass ich urinöse Traubenzuckerlösungen von 0,5—0,05% erhielt, worauf ich die Titrirungen mit diesen Lösungen auf die genannte Weise ausführte. Wenn man Uebung im Titriren mit Knapp'scher Flüssigkeit erworben hat, so findet man, dass die Differenz mit ausreichender Genauigkeit den wirklichen Zuckergehalt angiebt, doch so, dass man, wo derselbe nur 0,05% beträgt, gewöhnlich etwas mehr, nämlich beinahe 0,07% findet, indem auch in normalem (zuckerfreiem) Harne durch die Gährung eine kleine Menge reducirender Substanz, 0,01—0,02% Traubenzucker entsprechend, verschwindet.

Dagegen versagt die zuerst von Roberts[1]) und später von Smoler[2]), Manassëin[3]), Neubauer[4]), Antweiler und Breidenbend[5]) angewandte Methode zur Bestimmung des Traubenzuckers im Harne aus der Differenz zwischen dem specifischen Gewicht vor und nach der Gährung, wo der Zuckergehalt geringer als ca. 0,4% ist.

Als Beweis hierfür diene folgende, von mir gemeinschaftlich mit Herrn J. Hagen ausgeführte Versuchsreihe, welche einerseits die Anwendbarkeit der Knap p'schen Flüssigkeit bei der Bestimmung kleiner Zuckermengen im Harne illustriren und andererseits den Zusammenhang zwischen dem specifischen Gewicht und dem Zuckergehalt controliren soll.

Normaler (zuckerfreier) Harn wurde filtrirt und mit abgewogenen Mengen chemisch reinen Traubenzuckers versetzt, so dass man urinöse Traubenzuckerlösungen von 4%, 2%, 1%, 0,5%, 0,25%, 0,125% und 0,0625% erhielt. In jeder dieser Proben wurde

---

1) W. Roberts, Edinburgh med. Journ., October 1861, S. 326—332.

2) Smoler, Archiv für wissenschaftliche Heilkunde. Jahrg. 1864. Leipzig 1865. S. 256.

3) W. Manassëin, deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. X. Leipzig 1872. S. 73—87.

4) Anleitung zur Analyse des Harns. Aufl. 7. Wiesbaden 1876. S. 219. (Aufl. 8. 1881. S. 313—314.)

5) Dies. Archiv. Bd. 28. Bonn 1882. S. 179—196.

(nach Filtrirung durch ein trockenes Filter) das specifische Gewicht bei 15° C. mittels eines mit Steigrohr und Thermometer versehenen Pyknometers sowie die Menge der reducirenden Substanzen durch Titriren mit Knapp'scher Flüssigkeit bestimmt. Man theilte jede Mischung hierauf in zwei Theile; der eine Theil wurde mit gut ausgewaschener und an der Luft getrockneter Presshefe ($^3/_4$—1 Gramm auf 200 Ccm. Harn) versetzt und zusammen mit dem anderen Theile, der nicht mit Hefe versetzt war, in geräumigen, verschlossenen[1]) Flaschen bei ca. 25° C. stehen gelassen. Des Vergleichs wegen behandelten wir auch zwei Proben des ursprünglich zuckerfreien Harnes auf gleiche Weise, die eine mit, die andere ohne Hefe. Nach einigem Stehen (die weniger zuckerhaltigen Mischungen 24 Stunden, die stärker zuckerhaltigen bis zu 48 Stunden) wurden die mit Hefe versetzten durch ein trockenes Filter in das Pyknometer hinab filtrirt, was mit Leichtigkeit vor sich ging, da die Hefe sich gut absetzte[2]). In den Filtraten wurden nun auf dieselbe Weise wie früher sowohl das specifische Gewicht als auch die Menge der reducirenden Substanz bestimmt.

Die Versuchsresultate sieht man aus folgender Tabelle:

	Vor der Gährung.		Nach der Gährung.			
	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.	Differenz zwischen d. specifischen Gewicht vor und nach d. Gährung.	Differenz zwischen d. Titrirung vor und nach d. Gährung.
n 4 %	1,03621	wurde nicht titrirt	1,01819	0,197 %	0,01802	—
2 „	1,02851	2,1 %	1,01977	0,19 „	0,00874	1,91 %
1 „	1,02476	1,19 „	1,02050	0,175 „	0,00426	1,015 „
0,5 „	1,02290	0,684 „	1,02070	0,19 „	0,00220	0,494 „
0,25 „	1,02232	0,43 „	1,02069	0,182 „	0,00163	0,248 „
0,125 „	1,02171	0,308 „	1,02066	0,195 „	0,00105	0,113 „
0,0625 „	1,02150	0,264 „	1,02091	0,19 „	0,00059	0,074 „
ursprünglicher	1,02126	0,211 „	1,02106	0,19 „	0,00020	0,021 „

1) Doch nicht fester verschlossen, als dass die Kohlensäure entweichen konnte.

2) „Hefe liegt in Form einer pulverigen Schicht auf dem Boden und in Form eines leichten Anfluges an den Wänden des Gefässes. So eine durchgegohrene Flüssigkeit filtrirt sich sehr leicht.“ Manassëin l. c. S. 80.

Die durch Titrirung mit Knapp'scher Flüssigkeit bestimmte ausgegohrene Zuckermenge entsprach somit der wirklichen. Allerdings wurde sie bei 0,0625 % etwas zu gross gefunden, nämlich 0,074 %; jedoch ist dieser Unterschied, welcher seine Erklärung darin findet, dass selbst der ursprüngliche Harn, der nicht mit Zucker versetzt war, nach der Gährung eine Verringerung der reducirenden Fähigkeit, 0,021 % entsprechend, zeigte, ohne grössere Bedeutung. Ferner geht aus der Tabelle hervor, dass Roberts Verfahren zur genauen Bestimmung kleinerer Zuckermengen im Harne nicht gut anwendbar ist.

Die Tabelle zeigt nämlich, dass die Differenz zwischen dem specifischen Gewicht vor und nach der Gährung bei den 4 höchsten Zuckergehalten (1/2 % und darüber) annähernd in einem directen Verhältniss zum Zuckergehalt steht, wogegen eine derartige Regel keineswegs bezüglich der Harne aufgestellt werden kann, welche weniger als 0,5 % Zucker enthielten, indem die Differenz hier langsamer als der Zucker abnahm, so dass sie in den Harnen, welche 0,25 % oder weniger enthielten, eine bedeutend grössere Menge als die wirkliche angab, wenn man sie mit den von Roberts und Manassëin angegebenen Coeficienten multiplicirt[1]). Vergl. folgende Tabelle:

Der nach Roberts berechnete Procentgehalt.	Der nach Manassëin berechnete Procentgehalt.	Wirklicher Gehalt.
4,14 %	3,95 %	4 %
2,01 „	1,91 „	2 „
0,98 „	0,93 „	1 „
0,51 „	0,48 „	0,5 „
0,37 „	0,36 „	0,25 „
0,24 „	0,23 „	0,125 „
0,136 „	0,119 „	0,0625 „
0,046 „	0,044 „	Ursprüngl. (zuckerfreier) Harn.

1) Nach Roberts (l. c. S. 322), welcher gleichzeitig den Zucker durch Titriren mit Fehling'scher Flüssigkeit bestimmte, entspricht eine Differenz in dem specifischen Gewicht vor und nach der Gährung von 0,001 einer Zuckermenge von 0,23 %; nach Manassëin (l. c. S. 81) dagegen, welcher gleichzeitig den Zucker mittels des Ventzke-Soleil'schen Apparates bestimmte, hat man für eine Differenz von 0,001 nur 0,219 % Zucker zu berechnen.

Die Concentration, bei welcher diese Methode ein zu hohes Resultat gab, lag demnach zwischen 0,5 und 0,25 %, und hiernach dürfte man zu dem Ausspruch berechtigt sein, dass dieses Verfahren zur genauen Bestimmung geringerer Zuckermengen als ca. 0,5% kaum anwendbar ist. Dass man in dieser Versuchsreihe bei 0,25, 0,125 und 0,0625% höhere Werthe erhalten musste, geht unmittelbar aus der Vergleichung des specifischen Gewichtes von ursprünglichem Harn vor der Gährung mit denen der ausgegohrenen Harne, indem die letzteren ein nicht unerheblich geringeres specifisches Gewicht zeigten, so dass die Differenz, welche sich beispielsweise bei der ausgegohrenen, 0,0625%igen Harnmischung auf 0,00035 betrug, also 0,08% Zucker entsprach, in Betracht kommen muss.

Vergl. folgende tabellarische Zusammenstellung:

	Specifisches Gewicht vor der Gährung.	Procentgehalt.	Specifisches Gewicht nach der Gährung.	Differenz.	Der entsprechende Procentgehalt nach Roberts.
Ursprünglicher Harn	1,02126	Ursprünglicher Harn.	1,02106	0,00020	0,046 %
"	"	0,0625 %	1,02091	0,00035	0,08 "
"	"	0,125 "	1,02066	0,00060	0,138 "
"	"	0,25 "	1,02069	0,00057	0,131 "
"	"	0,5 "	1,02070	0,00056	0,129 "
"	"	1,0 "	1,02050	0,00076	0,175 "
"	"	2,0 "	1,01977	0,00149	0,343 "
"	"	4,0 "	1,01819	0,00307	0,706 "

Bei einem grösseren Zuckergehalt als ca. 0,5% fand man also das specifische Gewicht des ausgegohrenen Harnes um so niedriger, je grösser der Zuckergehalt vorher war, weshalb die Vermuthung nahe lag, dass der lebhaftere Umsatz, der, wie man voraussetzen muss, in der mehr Zucker enthaltenden Flüssigkeit stattfindet, ein Vergähren von Stoffen mit sich bringt, welche der Einwirkung des Ferments bei einem weniger gewaltsam verlaufenden Process widerstehen. Diese Annahme findet jedoch in den mitgetheilten Versuchen keine Stütze, was die reducirenden Substanzen betrifft, da ihre Menge nach der Gährung constant ungefähr gleich war, und es ist vielleicht wahrscheinlicher, dass die aus dem Zucker entstandenen Producte das geringere specifische Gewicht nach der Gährung vorzugsweise bedingten.

Die niedrigste Concentration, bei welcher die Methode von Roberts noch ein zuverlässiges Resultat giebt, ist ca. 0,4 %, aber schon hier ist der gefundene Werth ein wenig zu hoch; cf. folgende Bestimmungen normalen Harns, mit 0,4 % resp. 0,3 % Traubenzucker versetzt:

	Spec. Gew. vor der Gährung.	Spec. Gew. nach der Gährung.	Differenz.	Zuckergehalt nach Roberts.
Harn 0,4 %	1,02579	1,02392	0,00187	0,48 %
„ 0,3 „	1,02572	1,02402	0,00170	0,39 %
„ urspr.	1,02421	1,02413	0,00008	0,018 %

Bei den wenigen Versuchen, welche mit diabetischen Harnen von geringem Zuckergehalt in dieser Richtung angestellt wurden, ist merkwürdiger Weise zweimal keine grössere, sondern eine geringere Menge als der Harn der Wahrscheinlichkeit nach wirklich enthielt, gefunden, und zweimal sogar eine gute Uebereinstimmung, welche jedoch hier als zufällig anzusehen ist. Vergl. die folgenden Bestimmungen diabetischer Harne von geringem Zuckergehalt:

Diabetische Harne.	Vor der Gährung.		Nach der Gährung.		Differenz zwischen den specifischen Gewicht.	Dem entsprechender Zuckergehalt nach Roberts.	Differenz im Reductionsvermögen.
	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.			
No. 1	1,0285	0,5 %	1,0282	0,26 %	0,0003	0,069 %	0,24 %
„ 2	1,0258	0,35 „	1,0255	0,217 „	0,0003	0,069 „	0,133 „
„ 3	1,0253	0,248 „	1,02493	0,16 „	0,00037	0,085 „	0,088 „
„ 4	1,02685	0,264 „	1,02664	0,207 „	0,00021	0,048 „	0,057 „

Die Uebereinstimmung in den beiden letzten Versuchen zeigt nur, wie vorsichtig man hier in seinen Schlüssen sein muss; denn dass die Methode jedenfalls bei niedrigem Zuckergehalt als 0,3 % nicht angewendet werden darf, geht zur Evidenz aus der früher mitgetheilten Versuchsreihe hervor.

§ 2.

Dagegen haben sowohl die in dem physiologischen Institut zu Bonn[1]) als auch die hier ausgeführten Versuche es klar gelegt, dass die Methode von Roberts sehr gut anwendbar ist, wo der Harn mehr als 0,4 % enthält, was Roberts (l. c. S. 330—331) und Manassëin (l. c. S. 87) schon längst an Harnen von hohem Zuckergehalt (4,2 %—11,4 %) bewiesen haben.

Dass Roberts's Methode gute Resultate bei diabetischen Harnen liefert, deren wirklicher Zuckergehalt geringer als 4 % und grösser als ca. 0,75 % ist, zeigen folgende 3 Versuche. Bei Nr. 1 und 3 liess man die Harne 48 Stunden mit Hefe stehen, bevor sie filtrirt wurden, und der Zucker war durch die Gährung verschwunden. Bei Versuch Nr. 2 wurde nach 24 Stunden filtrirt, aber der Harn war noch immer zuckerhaltig, so dass es jedenfalls gerathen erscheint, bei 1 % oder mehr wenigstens 48 Stunden zu warten, wenn man es nicht vorziehen sollte, wie Antweiler und Breidenbend, nährende Substanzen (Seignettesalz und phosphorsaures Kali) zuzusetzen, um die Gährung zu beschleunigen.

Diabetische Harne.	Vor der Gährung.		Nach der Gährung.		Differenz zwischen den specifischen Gewichten.	Dem entsprechender Zuckergehalt nach Roberts.	Differenz im Reductionsvermögen.
	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.			
No. 1	1,0351	4,17 %	1,0185	0,25 %	0,0166	3,82 %	3,92 %
„ 2	1,0315	2,54 „	1,02374	0,595 „	0,00776	1,785 „	1,95 „
„ 3	1,0248	1,25 „	1,0212	0.36 „	0,0036	0,83 „	0,89 „

Dass die Methode von Roberts bei 0,5 und 1 % doch ein wenig abweichende, wenn auch im Wesentlichen befriedigende Resultate geben kann, scheinen folgende Versuche anzudeuten, die mit einem normalen, mit 1 % resp. 0,5 % Traubenzucker versetzten Harne ausgeführt wurden. Es wurde hierbei an der Luft getrocknete Presshefe angewendet, mit welcher die Harne zwei Tage stehen gelassen wurden:

1) Antweiler und P. Breidenbend l. c. S. 195—196.

Harn.	Vor der Gährung.		Nach der Gährung.		Differenz zwischen den specifischen Gewichten.	Dem entsprechender Procentgehalt nach Roberts.	Differenz im Reductionsvermögen.
	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.	Specifisches Gewicht.	Titrirung mit Knapp.			
1 %	1,0303	1,21 %	1,0264	0,19 %	0,0039	0,897 %	1,02 %
0,5 „	1,0285	0,71 „	1,0266	0,19 „	0,0019	0,437 „	0,52 „
ursprünglicher	1,0269	0,21 „	1,0259	0,185 „	0,0010	0,23 „	0,025 „

Doch zeigen auch diese Bestimmungen, dass Roberts's Methode bei 0,5% vollkommen anwendbar ist; aber dass sie auch hier bei niedrigerem Zuckergehalte unzureichend gewesen wäre, geht daraus hervor, dass die Differenz zwischen den specifischen Gewichten vor und nach der Gährung des normalen Harnes, der hier nach der Gährung ein geringeres specifisches Gewicht zeigte als die ausgegohrenen zuckerhaltigen Harne, sogar 0,23 % Traubenzucker entsprach, trotzdem der normale Harn nicht einmal eine Andeutung einer Zuckerreaction gegeben hatte und es mittels Titrirung mit Knapp'scher Flüssigkeit bewiesen war, dass die durch Gährung entfernte Menge reducirender Substanz in dem normalen Harne nur 0,025 % Traubenzucker entsprach.

Der Erfahrung gemäss, dass diabetischer Harn mehrere Tage ohne besondere Veränderung aufbewahrt werden kann, könnte man sich vielleicht mit Roberts und Manassëin versucht sehen, die Bestimmung des specifischen Gewichtes des nicht gegohrenen Harnes zu verschieben und beide Bestimmungen gleichzeitig auszuführen; aber es ist dies kaum zu empfehlen, was die anfangs erwähnte Versuchsreihe mit zuckerhaltigen Harnmischungen zur Genüge gezeigt hat. Wie früher mitgetheilt, liess man von jeder eine Probe ohne Hefe in verschlossenen Flaschen bei 25° C. stehen. Nach 36—60 Stunden wurde ihr specifisches Gewicht von neuem bestimmt und die Titrirung vorgenommen.

Harn.	Vor der Gährung. Specifisches Gewicht.	Vor der Gährung. Titrirung.	Nach 36--60stündigem Stehen ohne Hefe Specifisches Gewicht.	Nach 36--60stündigem Stehen ohne Hefe Titrirung.	Differenz zwischen den specifischen Gewichten.	Dem entsprechender Zuckergehalt nach Roberts.	Differenz im Reductionsvermögen.
4 %	1,03621	wurde nicht titrirt	1,03541	3,85 %	0,00080	0,184 %	
2 „	1,02851	2,1 %	1,02779	1,85 „	0,00072	0,166 „	0,25 %
1 „	1,02476	1,19 „	1,02403	0,8 „	0,00073	0,168 „	0,39 „*)
0,5 „	1,02290	0,684 „	1,02209	0,284 „	0,00081	0,186 „	0,40 „*)
0,25 „	1,02232	0,43 „	1,02158	0,255 „	0,00074	0,170 „	0,175 „
0,125 „	1,02171	0,308 „	Die Probe ging verloren.				
0,0625 „	1,02150	0,264 „	1,02111	0,185 „	0,00039	0,0897 „	0,079 „
ursprünglicher	1,02126	0,211 „	1,02107	0,192 „	0,00019	0,0437 „	0,019 „

*) Die Abweichung ist hier, wo der Zucker ohne Hefezusatz zerstört ist, bei 0,5 % ziemlich bedeutend.

Allerdings sind gewöhnlich sowohl zuckerhaltige Harnmischungen als namentlich auch diabetische Harne viel resistenter. Da es jedoch jedenfalls vorkommen kann, dass ein gewisses — wenn auch geringes — Quantum Zucker durch das Stehen destruirt wird, so darf man die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Harnes vor der Gährung nicht verschieben.

Die Methode von Roberts ist ein exactes, wissenschaftliches Verfahren zur quantitativen Bestimmung von Zucker im Harne und wird kaum von einer anderen an Sicherheit übertroffen, wenn der Gehalt nicht weniger als ca. 0,4 % beträgt und wenn man das specifische Gewicht mittels eines mit Steigrohr und Thermometer versehenen Pyknometers bestimmt, während die gewöhnlichen Urometer und selbst feine Aräometer weniger gute Resultate ergeben. Ich habe vor mehreren Jahren bei Geissler in Bonn in Folge speciellen Auftrages sehr gute Aräometer erhalten, welche für 17,5° C. graduirt waren, aber dieselben gaben das specifische Gewicht diabetischer Harne so verschieden von dem Pyknometer an, dass ich es nicht gerathen fand, sie anzuwenden. Vergl. die folgenden Bestimmungen des specifischen Gewichtes diabetischer Harne bei 17,5° C.

Diabetische Harne.	Specifisches Gewicht bestimmt durch Aräometer.	Specifisches Gewicht bestimmt durch Pyknometer.	Unterschied.
No. 1	1,033	1,0315	+ 0,0015
„ 2	1,030	1,0285	+ 0,0015
„ 3	1,027	1,0253	+ 0,0017
„ 4	1,027	1,02826	— 0,00126
„ 5	1,0255	1,0253	+ 0,0002
„ 6	1,0255	1,02685	— 0,00135
„ 7	1,0255	1,02556	— 0,00006
„ 8	1,022	1,02382	— 0,00182

Da es bei der Roberts'schen Methode ja nur auf die Differenz zwischen dem specifischen Gewicht vor und nach der Gährung ankommt, braucht man allerdings an die absolute Genauigkeit keine allzu grossen Forderungen zu stellen, aber jedenfalls darf ich behaupten, dass, wenn man auf diesem Wege einen geringeren Zuckergehalt als 1 % (0,4—1 %) bestimmen will, man sich des mit Steigrohr und Thermometer versehenen Pyknometers bedienen muss oder, wie Antweiler und Breidenbend (l. c. S. 196), eigener für diese Untersuchung construirter (und mit einem Thermometer versehener) Aräometer. Es ist überhaupt das Verdienst dieser Herren, das Verfahren praktisch anwendbarer gemacht zu haben, theils durch Einführung eines passenden Aräometers und theils durch Zusatz von Nahrungsstoffen (Seignettesalz und phosphorsaures Kali[1]), wodurch der Gährungsprocess im Laufe von 6—8 Stunden (bei 30—34° C.) zu Ende gebracht wird.

Dafür, dass die Roberts'sche Methode, wie aus Manasseïns (l. c. S. 83) Untersuchungen hervorzugehen scheint, ein etwas zu hohes Resultat ergiebt (0,13—0,21 % zu viel), wenn der Harn Eiweiss enthält, habe ich keine selbständigen Erfahrungen gemacht, weil ich dieser Frage hier nur eine untergeordnete Bedeutung beimass und deshalb specielle Versuche anzustellen unterlassen habe.

Es ist selbstverständlich, dass die hier erörterten Methoden, welche auf der Gährung beruhen, bei der Bestimmung von Milchzucker im Harne nicht angewendet werden können.

Berichtigung:

Bd. XXVIII, S. 480, Z. 12—13 von oben lies: Terpentinpillen (8 à 0,10 gr Otherol. tereb. rectificat.) dreimal täglich. Harnuntersuchung.

---

1) l. c. S. 181.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Marburg.)

Zur Darstellung und Kenntniss der Urochloralsäure sowie der chlorhaltigen Spaltungsprodukte der Urochloralsäure und Urobutylchloralsäure.

Von

Dr. **Richard Külz.**

In seiner Arbeit „über die Schicksale des Chloralhydrates und Butylchloralhydrates (Crotonchloralhydrates) im Thierkörper"[1]) sagt E. Külz, dass es ihm nicht gelungen sei, die chlorhaltigen Spaltungsprodukte beider Säuren näher zu charakterisiren[2]). v. Mering[3]) erkannte dieselben als Trichloräthylalkohol und Trichlorbutylalkohol. Um seine Angaben zu prüfen resp. zu bestätigen, nahm ich auf Anregung von Prof. E. Külz die Untersuchung beider Säuren nach dieser Richtung hin noch einmal auf, zugleich aber bemühte ich mich, eine verhältnissmässig einfache und sichere Methode aufzufinden, um besonders die Urochloralsäure in grösserer Menge rein und gut krystallisirt zu gewinnen, sowie die Reindarstellung des urochloralsauren Natriums weniger zeitraubend und kostspielig zu gestalten.

1. Urochloralsäure.

a. Darstellung der Urochloralsäure.

v. Mering[4]) schildert sein Verfahren folgendermassen: „Um

1) Pflüger's Archiv Bd. 28, p. 506.

2) Die Charakterisirung der chlorhaltigen Spaltungsprodukte scheiterte, wie sich jetzt übersehen lässt, theils daran, dass dieser Theil der Untersuchung in die heissen, der Krystallisation wenig günstigen Sommermonate fiel, theils daran, dass die bei der Spaltung mit Schwefelsäure entstehenden chlorhaltigen Paarlinge nicht zugleich abdestillirt, vielmehr erst nach vollendeter Spaltung mit Aether ausgeschüttelt wurden.

3) Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 15, p. 1019 u. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 6, p. 480.

4) A. a. O.

die Urochloralsäure zu isoliren, wird das Kalisalz in wenig Wasser gelöst und unter Zusatz von Salzsäure mit einem Gemenge von acht Volumen Aether und einem Volumen Alkohol ausgeschüttelt. Die ätherisch-alkoholische Lösung wird abdestillirt, dem Rückstand feuchtes Silberoxyd bis die Chlorsilberausscheidung aufhört, hinzugefügt. Der Ueberschuss von in Lösung gegangenem Silberoxyd wird durch Schwefelwasserstoff schnell abgeschieden und hierauf das Filtrat vorsichtig zur schwachen Syrupkonsistenz eingedampft. Nach wenigen Stunden krystallisirt die Säure in farblosen, seidenglänzenden Nadeln, welche sternförmig gruppirt sind. Zu den Analysen benützte ich Präparate, welche auf die eben angegebene Weise dargestellt und ausserdem nochmals in's Kalisalz, resp. in die freie Säure (letztere wurde noch in Aether gelöst) umgewandelt worden waren."

Sieht man davon ab, dass die Zerlegung der concentrirten Lösung des Kalisalzes mittelst Salzsäure sowie die Behandlung mit feuchtem Silberoxyd für die spaltbare und reducirende Urochloralsäure nicht ganz gleichgültig ist, so eignet sich dieses Verfahren zur Gewinnung grösserer Mengen absolut reiner Säure schon deshalb nicht, weil es schwierig ist, das gebildete Chlorkalium vollständig wieder wegzuschaffen. Ausserdem tritt auch beim noch so vorsichtigen Eindampfen von wässerigen Lösungen der Urochloralsäure stets Zersetzung ein.

E. Külz[1]) zerlegte das Bariumsalz der Säure mit verdünnter Schwefelsäure, behandelte nach Entfernung des schwefelsauren Bariums das Filtrat mit Thierkohle, dampfte die so entfärbte Lösung zur Krystallisation ein und presste wenn nöthig die ausgeschiedenen Krystalle ab. Besonders aus dem Waschwasser der Thierkohle wurde reine Urochloralsäure erhalten. — Es konnte sich hierbei nur um Darstellung kleiner Mengen reiner Säure handeln; in grösserem Maassstabe würde bei dieser Methode die Behandlung mit Thierkohle sowie das Abpressen[2]) der Säure erhebliche Verluste bedingen. Wenn endlich das Ausgangsprodukt anorganische Beimengungen enthält, so würden sich diese kaum beseitigen lassen.

1) A. a. O.

2) In die Presspapiere geht, wie ich mich überzeugte, die Säure in sehr grosser Menge.

E. Külz gibt indessen noch an, dass er durch oft wiederholte Behandlung einer grösseren Menge der Säure mit kaltem Aether 2 gr glänzend weisse Urochloralsäure erhielt. Diese Erfahrung bildete den Ausgangspunkt für die folgende Darstellungsmethode.

Der zum dicken Syrup eingedampfte Chloralharn wurde ganz in der von E. Külz beschriebenen Weise mit Aether-Alkohol und Schwefelsäure so lange ausgeschüttelt, bis der Rückstand keine Linksdrehung mehr zeigte. Von den vereinigten Ausschüttelungen wurde der Aether-Alkohol abdestillirt, der Rückstand zunächst mit Bleizucker, dann mit Bleiessig ausgefällt, der Bleiessigniederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt, das Schwefelblei abfiltrirt, das Filtrat durch Erhitzen von Schwefelwasserstoff befreit und nach Neutralisation mit Barythydrat auf ein kleines Volumen eingeengt. Das so erhaltene Bariumsalz wurde mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt, das schwefelsaure Barium abfiltrirt, das Filtrat bis zum Syrup bei gelinder Temperatur eingedampft, und dieser endlich unter dem Exsiccator zur Krystallisation und möglichst vollständigen Trockne gebracht. Die trockene Krystallmasse wurde nunmehr mit heissem Aether behandelt. In einem ca. 3 Liter fassenden Kolben wurde die Säure wiederholt und zwar jedesmal mit $1\frac{1}{2}$—2 Litern Aether am Rückflusskühler so oft ausgekocht, bis der schliesslich bleibende Rückstand keine Linksdrehung mehr zeigte. Je 3 Auskochungen wurden vereinigt, und der Aether bis auf 200—300 ccm abdestillirt. Nach einigem Stehen in der Kälte (12—24 Stunden) schied sich die Säure in feinen, schneeweissen, locker aneinander gelagerten Krystallen aus, welche auf einem Filter gesammelt und mit etwas Aether gewaschen wurden. Die Krystallisation wurde in den meisten Fällen dadurch beschleunigt dass in die betreffende Lösung einige feste Krystalle hineingeworfen wurden. Besser und grösser waren freilich die Krystalle, wenn sie sich vollkommen freiwillig und langsam ausgeschieden hatten. Die so erhaltene Urochloralsäure erwies sich als vollkommen rein. Die vereinigten und eingeengten Mutterlaugen lieferten noch eine nahezu ebenso grosse Menge Urochloralsäure, die zwar frei von anorganischen Beimengungen, doch nicht von ganz rein weisser Farbe war. — Im Ganzen wurde auf diese Weise 200 gr Urochloralsäure gewonnen.

b. Darstellung des urochloralsauren Natriums.

E. Külz dampfte die Lösung des durch Zerlegung des urochloralsauren Bariums mit schwefelsaurem Natrium erhaltenen Natriumsalzes fast zur Trockne ein, zog den Rückstand, um ihn zu entwässern, erst mit absolutem, dann mit 90 procentigem Alkohol aus und fällte aus den einzelnen Auszügen das Salz mit Aether.

Bei diesem Verfahren erhält man zwar vorzüglich reine Präparate, man braucht jedoch sehr viel Zeit und Aether. War übrigens dem rohen Natriumsalz noch etwas Chlornatrium beigemengt, so ist es unmöglich, ein Präparat zu gewinnen, das absolut frei von anorganischem Chlor ist, denn durch den Alkohol wird auch das Chlornatrium gelöst und durch den Aether stets wieder gefällt.

Diese Uebelstände lassen sich umgehen, wenn man die durch Eindampfen erhaltene Krystallmasse zunächst mit absolutem Alkohol entwässert und dann den Rest mit 90 procentigem Alkohol am Rückflusskühler auskocht. Giesst man den Alkohol vom Ungelösten ab, so scheidet sich das urochloralsaure Natrium nach dem Erkalten in grossen glänzenden Blättchen aus. Den überstehenden Alkohol bringt man wieder in den Kolben zurück, kocht von Neuem und wiederholt dies so oft, bis nichts mehr gelöst wird. Bei 50 gr Salz war ein dreimaliges Auskochen[1]) unter Anwendung von ca. 1500 ccm Alkohol nöthig. Das aus heissem Alkohol nach dem Erkalten auskrystallisirte, auf einem Filter gesammelte und mit kaltem Alkohol gewaschene urochloralsaure Natrium enthielt kein anorganisches Chlor, war überhaupt vollkommen rein. — Aus der alkoholischen Mutterlauge wurde der Rest von urochloralsaurem Natrium mit Aether ausgefällt. Das Präparat enthielt noch etwas Chlornatrium.

c. Spaltung der Urochloralsäure.

Zur Gewinnung des chlorhaltigen, mit Wasserdämpfen flüchtigen Spaltungsproduktes der Urochloralsäure wurde eine 7 procentige Lösung der Säure (30 gr) mit 7 procentiger Schwefelsäure im Oelbade erhitzt und zwar so, dass sofort abdestillirt wurde, um

---

1) Die einzelne Auskochung dauerte 3 Stunden.

eine Zersetzung des gebildeten Spaltungsproduktes durch die längere Einwirkung der Schwefelsäure möglichst zu verhüten. Schon nach einer halben Stunde gingen ölige Tropfen über. Das aus dem Destillirkolben abdestillirende Wasser wurde einmal erneuert. Das Erhitzen dauerte 5 Stunden.

Das Destillat wurde sofort mit Aether viermal ausgeschüttelt, der Aether verjagt und die hinterbleibende ölige Flüssigkeit sogleich im Oelbade fraktionirt. Abgesehen von dem, was zuerst bei 72—136° C. überging und vernachlässigt wurde, fing ich folgende Fraktionen auf.

A. 136—146° (farblos),
B. 146—148° (bläulich),
C. 148—150° (indigblau),
D. 150—152° (indigblau).

Sämmtliche Fraktionen reagirten deutlich sauer. D krystallisirte in einer Kältemischung aus Schnee und Kochsalz. A, B und C wurden vereinigt und nochmals fraktionirt. Der grösste Theil ging nunmehr bei 150—152° über und erstarrte in einer Kältemischung gleichfalls krystallinisch.

Die gewonnenen Krystalle waren prismatisch, hart, nach dem Abpressen farblos [1]), leicht löslich in Alkohol und Aether, schwerer in Wasser, von zunächst süsslichem, dann stark beizendem Geschmack; sie schmolzen schon bei Zimmertemperatur zu einem farblosen Oel, welches alkalische Kupferlösung leicht und stark reducirte.

Die in der Kälte abgepressten und über Schwefelsäure und Chlorcalcium getrockneten Krystalle gaben bei der Analyse folgende Zahlen:

---

1) Die erwähnte blaue Farbe (s. auch v. Mering a. a. O.) der Fraktionen B, C und D scheint von einem, in kleiner Menge sich bildenden Zersetzungsprodukte des Trichloräthylalkohols herzurühren, da sie auch beim Fraktioniren eines aus Chloral und Zinkäthyl synthetisch gewonnenen Trichloräthylalkohols von Herrn Apotheker Jung in Kirchhain beobachtet wurde. Beide Darstellungsmethoden des Trichloräthylalkohols zeigen noch insofern eine Analogie, als sich mitunter beim Fraktioniren des Rohproduktes Krystalle im Kühlrohr ansetzten, die jedoch nicht näher untersucht wurden. Die Vermuthung, dass der zur Spaltung benutzten Urochloralsäure eine geringe Menge Indoxylglykuronsäure beigemengt war und diese zur Blaufärbung des Trichloräthylalkohols die Ursache abgegeben hätte, wird durch dieselbe auch beim synthetisch dargestellten Trichloräthylalkohol gemachte Beobachtung hinfällig.

I. 0,1809 gr gaben
0,5190 gr AgCl, entspr. 70,97 % Cl[1]).
II. 0,2228 gr gaben
0,6394 gr AgCl, entspr. 71,00 % Cl.
III. 0,3668 gr gaben
0,2148 gr CO^2, entspr. 15,88 % C.
0,0760 gr H^2O, entspr. 2,29 % H.
Hieraus berechnet sich die Formel $C^2H^3Cl^3O$.

	Gefunden:			Berechnet für $C^2H^3Cl^3O$:
	I	II	III	
C	—	—	15,88	16,06
H	—	—	2,29	2,01
Cl	70,97	71,00	—	71,24.

Aus den Eigenschaften wie aus den Analysen ergibt sich, dass dieser mit den bezüglichen Angaben von Garzarolli-Thurnlackh[2]) und v. Mering[3]) vollständig übereinstimmende Körper in der That Trichloräthylalkohol ist.

2. Urobutylchloralsäure.

a. Darstellung der Urobutylchloralsäure.

Nichts lag näher als der Versuch, von der Urobutylchloralsäure in grösserer Menge ein reines und schönes Präparat nach dem soeben oben für die Urochloralsäure angegebenen Verfahren zu gewinnen. Leider war das Resultat kein günstiges. Es resultirte ein farbloser Syrup, der erst nach langem Stehen krystallinisch erstarrte.

b. Spaltung der Urobutylchloralsäure.

Eine 10procentige Lösung der Urobutylchloralsäure wurde mit 7 procentiger Schwefelsäure erhitzt und sofort abdestillirt unter zweimaliger Erneuerung des Wassers im Destillationskolben. Nach 3 Stunden wurde mit dem Erhitzen abgebrochen. Besonders zuletzt gingen ölige Tropfen über, die z. Th. im Kühlrohre krystallinisch erstarrten. Das Destillat wurde mit Aether viermal aus-

1) Die Chlorbestimmungen wurden nach der Methode von Carius ausgeführt.

2) Annal. d. Chemie. Bd. 110, p. 63.

3) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 6, p. 488.

geschüttelt. Der Aether hinterliess eine ölige Masse, die nach mehrtägigem Stehen in der Kälte unter dem Exsiccator krystallinisch wurde.

Der erhaltene Körper bildete harte, prismatische, in Aether und Alkohol leicht lösliche Krystalle, die bei 54° erweichten, bei 60° schmolzen und alkalische Kupferlösung beim Kochen stark reducirten.

Zur Analyse wurden die Krystalle abgepresst, aus Alkohol umkrystallisirt, nochmals abgepresst und über Schwefelsäure bis zum konstanten Gewicht getrocknet.

I. 0,2428 gr gaben
0,5872 gr AgCl, entspr. 59,82 % Cl.

II. 0,2283 gr gaben
0,5511 gr AgCl, entspr. 59,72 % Cl.

III. 0,2324 gr gaben
0,2309 gr CO^2, entspr. 27,09 % C.
0,0927 gr H^2O, entspr. 4,43 % H

Diesen Zahlen entspricht die Formel $C^4H^7Cl^3O$.

	Gefunden:			Berechnet für $C^4H^7Cl^3O$.
	I	II	III	
C	—	—	27,09	27,06
H	—	—	4,43	4,43
Cl	59,82	59,72	—	59,97.

Der Körper stimmt mit dem von Garzarolli-Thurnlackh[1]) zuerst dargestellten Trichlorbutylalkohol überein, und es finden hierdurch ferner die Angaben v. Merings[2]) über die Natur des chlorhaltigen Spaltungsproduktes der von Prof. Külz[3]) zuerst dargestellten Urobutylchloralsäure ihre volle Bestätigung.

Empfehlen würde es sich, in Zukunft die Urochloralsäure mit Trichloräthylglykuronsäure, die Urobutylchloralsäure mit Trichlorbutylglykuronsäure zu bezeichnen.

1) Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 14, p. 2759 und Annalen d. Chemie, Bd. 213, p. 369.

2) Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 15, p. 1019 und Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 6, p. 493.

3) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881, Nr. 19 und Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 15, p. 1538.

(Aus dem Institut für Pharmakologie und physiologische Chemie zu Rostock.)

Ueber den Einfluss des Pilocarpin und Atropin auf die Milchbildung.

Von

Dr. **Friedrich Hammerbacher.**

Im Herbst 1882 wurde in dem oben genannten Institut eine Milchziege angeschafft, an welcher Herr Professor Nasse die Wirkung einiger Arzneistoffe, und zwar zunächst der Antagonisten Pilocarpin und Atropin, auf die Milchbildung studiren lassen wollte. Mir fiel die Aufgabe zu, die dabei erforderlichen Analysen auszuführen. Die Wiedergabe derselben und die zum Verständniss erforderliche Gruppirung der Zahlen in Tabellen wird den Haupttheil dieses Aufsatzes einnehmen.

In der ersten Zahlenreihe, Haupttabelle, sind aufgezeichnet die Milchmengen, welche unser Versuchsthier in der Zeit vom 11. October 1882 bis zum 2. Februar 1883 geliefert hat. Es umfasst dieser Zeitraum fast die ganze Lactationsperiode; die ungekürzte Wiedergabe der Zahlen dürfte daher nicht ganz werthlos sein. In den ersten 18 Tagen (Tabelle I) ist die Milch dem Raume nach (c. c.), von da ab nur noch dem Gewichte nach (gramme) gemessen worden, weil auch die zu den Analysen verwendeten Milchmengen der grösseren Genauigkeit wegen gewogen wurden.

Die Ziege erhielt während der ganzen Beobachtungszeit qualitativ annähernd die gleiche Nahrung, in dem Quantum wurde sie nicht beschränkt; dasselbe ist nicht ermittelt worden. Dass nicht unbeträchtliche Schwankungen in der Nahrungsaufnahme der Menge nach stattgefunden haben in Folge Zufälligkeiten aller Art, besonders wohl vorübergehender Unpässlichkeiten des Thieres, das bemerkte nicht nur der Wärter der Ziege, sondern lehrt auch

ein Blick auf die 6. Spalte der Haupttabelle, in welcher die Folgen geringerer Nahrungsaufnahme in Verminderung der Tagesmenge der Milch zum Ausdruck kommen. Dass diese sehr beträchtlichen Schwankungen in der Milchproduction die Versuche sehr erschweren müssen, liegt auf der Hand. Eine öftere Wiederholung derselben ist daher sehr angezeigt.

Nach der gleichzeitig mit der Mittagsmelkung stattfindenden Fütterung mit einem warmen Gemisch von Kartoffeln, Rüben und Wasser wurde die Ziege regelmässig aus ihrem gewöhnlichen Stall in einen helleren, zur Beobachtung besser geeigneten Raum gebracht, in welchem sie, ohne weiteres Futter zu erhalten, bis zur Abendmelkung verblieb. Gemolken wurde — selbstverständlich ist die Drüse jedesmal nach Möglichkeit entleert worden — anfänglich nur dreimal täglich, Morgens $7^1/_2$ Uhr, Mittags $12^1/_2$ Uhr, Abends $7^1/_2$ Uhr; vom 6. November ab wurde noch eine Melkung Nachmittags 4 Uhr eingeschaltet, um die Wirkung der eingeführten Stoffe auf die Milchsekretion genauer verfolgen zu können. Gleich nach der Mittagsmelkung sind nämlich stets die oben genannten Alkaloïde dem Thiere beigebracht worden und zwar in wässeriger Lösung durch subcutane Injection. Die Mengen der eingespritzten Substanz sind in der letzten Spalte der Tabelle verzeichnet. Daselbst ist auch der Tag bemerkt, an welchem die Ziege belegt wurde.

Fetter Druck der Zahlen in der Haupttabelle zeigt an, dass die betreffende Milch analysirt worden ist.

Haupttabelle.

Datum.	$7^1/_2$h früh.	$12^1/_2$h Mittags.	4h Nachmittags.	$7^1/_2$h Abends.	Tagesmenge.	Bemerkungen.
Oct. 11.	**500**	240		300	1040	(Tabelle I.)
12.	480	200		280	960	
13.	**490**	335		270	1095	
14.	475	340		260	1075	
15.	520	310		**300**	1130	
16.	530	247		**320**	1097	
17.	**500**	250		**350**	1100	
18.	510	260		**340**	1110	
19.	510	270		**330**	1110	
20.	**490**	270		**320**	1080	0,03 Pilocarpin
21.	**500**	280		300	1080	muriat.
22.	490	270		**290**	1050	

Datum.	7½ h früh.	12½ h Mittags.	4 h Nachmittags.	7½ h Abends.	Tagesmenge.	Bemerkungen.
Oct. 23.	480	250		300	1030	0,06 Pilocarpin.
24.	485	240		320	1045	muriat.
25.	490	240		300	1030	0,12 Pilocarpin.
26.	415	215		320	950	muriat.
27.	470	250		300	1020	
28.	530	300		200	1120	
29.	532	220		342	1094	(Tabelle II.)
30.	426	230		215	871	
31.	531	242		308	1081	
Nov. 1.	538	225		325	1088	0,15 Pilocarpin.
2.	463	235		272	970	muriat.
3.	557	215		259	1031	
4.	485	255		288	1028	
5.	505	272		292	1069	
6.	502	289	271	145	1207	(Tabelle III.)
7.	500	242	168	170	1080	
8.	535	236	156	188	1115	Belegung.
9.	520	257	196	151	1124	
10.	561	245	202	174	1182	
11.	602	235	95	139	1071	0,15 Pilocarpin.
12.	524	232	171	140	1067	muriat.
13.	562	235	194	155	1146	
14.	550	210	186	140	1086	
15.	563	275	197	152	1187	
16.	558	283	127	135	1103	0,15 Pilocarpin.
17.	476	270	180	147	1073	muriat.
18.	520	249	170	155	1094	
19.	515	235	170	175	1095	
20.	505	296	170	198	1169	
21.	571	266	155	187	1179	0,12 Atropin. sulf.
22.	590	287	152	198	1227	
23.	587	231	154	200	1172	
24.	551	287	—	134	—	0,18 Atropin. sulf.
25.	470	295	169	171	1105	
26.	570	282	165	180	1197	
27.	554	239	168	200	1156	
28.	500	306	177	200	1183	
29.	550	250	148	142	1090	0,18 Atropin. sulf.
30.	472	224	177	160	1033	
Dec. 1.	455	210	167	140	972	
2.	500	210	152	120	982	
3.	500	200	169	162	1031	
4.	498	220	152	162	1032	
5.	502	240	135	160	1037	
6.	452	232	135	160	979	
7.	435	211	160	162	968	
8.	400	207	163	158	928	
9.	496	180	161	147	984	
10.	456	212	151	163	982	
11.	440	171	145	147	903	
12.	450	245	120	158	973	

Datum.	7½ h früh.	12½ h Mittags.	4 h Nachmittags.	7½ h Abends.	Tagesmenge.	Bemerkungen.
Dec. 13.	439	200	140	160	939	
14.	428	162	140	158	888	
15.	380	205	140	158	883	
16.	438	210	130	150	928	
17.	412	200	150	160	922	
18.	430	168	200	150	948	
19.	410	172	125	135	842	
20.	425	172	145	147	889	
21.	410	200	120	125	855	
22.	420	200	148	150	918	
23.	460	180	150	160	950	
24.	410	210	122	130	972	
25.	400	180	160	170	910	
26.	385	190	140	160	875	
27.	380	170	130	140	820	
28.	370	189	119	120	798	
29.	370	180	135	140	825	
30.	300	190	145	150	785	
31.	310	185	155	160	810	
Jan. 1.	380	180	125	135	820	
2.	370	189	119	120	798	
3.	370	180	135	140	825	
4.	320	170	135	130	755	
5.	300	190	140	130	760	
6.	320	180	120	125	745	
7.	300	163	115	100	678	
8.	310	150	90	100	650	
9.	300	153	92	100	645	
10.	315	160	92	100	667	
11.	305	155	97	105	662	
12.	310	160	90	100	660	
13.	300	150	87	95	632	
14.	298	165	95	100	658	
15.	300	151	100	100	651	
16.	298	152	100	99	649	
17.	300	153	98	90	641	
18.	315	158	100	90	663	
19.	318	158	98	90	664	
20.	315	152	100	95	662	
21.	300	156	93	90	639	
22.	320	150	99	97	666	
23.	300	147	91	98	636	
24.	310	134	85	75	604	0,15 Pilocarpin muriat.
25.	271	102	75	70	518	
26.	252	98	80	70	500	
27.	218	101	90	98	507	
28.	210	90	68	56	424	
29.	205	99	80	75	459	
30.	220	98	78	72	468	
31.	200	98	73	65	436	
Febr. 1.	200	90	58	55	403	0,18 Atropin. sulf.
2.	150	58	42	36	286	
3.	138	—	—	—	—	

In den nun folgenden drei Tabellen sind die Daten der Analysen enthalten unter Wiederholung der Mengen der zur Untersuchung gebrachten Milch. Es handelt sich hier nur um Bestimmungen der Trockensubstanz.

Tabelle I und II.

	Morgenmilch.			Abendmilch. (Nachmittags keine			
Oct. 11.	500	58,92	11,784	—	—	—	
13.	490	57,62	11,76	—	—	—	
15.	—	—	—	300	35,76	11,954	
16.	530	59,15	11,16	320	38,94	11,886	
17.	500	58,05	11,611	350	41.59	11,883	
18.	510	57,12	11,20	340	40,62	11,946	
19.	510	60,23	11,811	330	38,15	11,652	
20.	490	55,34	11,294	320	36,89	11,528	0,03 Pilocarpin. muriat.
21.	500	57,36	11,471	—	—	—	
22.	—	—	—	290	32,17	11,094	
23	480	54,46	11,347	300	35,40	11,802	0,06 Pilocarpin. muriat.
24.	485	56,32	11,613	320	37,16	11,62	
25.	490	56,78	11,577	300	34,94	11,648	0,12 Pilocarpin. muriat.
26.	415	49,54	11,938	320	36,80	11,501	
27.	470	53,16	11,31	300	35,47	11,825	
29.	532	59,98	11,275	342	38,85	11,363	
31.	531	59,88	11,277	308	35,64	11,57	
Nov. 1.	538	63,19	11,745	325	36.13	11,117	0,15 Pilocarpin. muriat.
2.	463	53,67	11,593	272	30,82	11,332	

Tabelle III.

Datum.							bendmilch.			Milch des ganzen Nachmittags.		Bemerkungen
								Trocken-substanz.			Trocken-substanz in gr.	
								in gr.	in %	Menge.		
Nov. 8.	535	58,97	11,023	156	18,84	12,081	188	22,83	12,146	344	41,67	
10.	561	69,77	12,437	202	25,77	12,758	174	21,56	12,394	376	47,38	
11.	602	72,55	12,052	95	10,89	11,462	189	14,74	10,608	284	25,63	0,15 Pilocarpin. muriat.
14.	[illegible]	66,86	12,156	186	—	—	140	16,37	11,695	326	—	
16.	[illegible]	65,16	11,681	127	15,15	11,926	[illegible]	12,83	9,504	262	27,98	0,15 Pilocarpin. muriat.
17.	476	49.57	12,514	180	21,96	12,2	147	17,73	12,064	327	39,69	
21.	571	64,49	11,295	155	20,96	13,523	187	21,41	11,354	342	42,37	0,12 Atropin. sulfur.
28.	587	74,57	12,704	154	22,87	11,68	[illegible]	22,866	11,433	354	45,74	
29.	550	62,11	11,292	148	20,89	14,118	142	16,38	11,538	290	37,27	0,18 Atropin. sulfur.

Complicirter ist die nun folgende Tabelle IV, insofern bei diesen Versuchen nicht nur die Gesammt-Trockensubstanz, sondern auch der Gehalt der Milch an Asche, Stickstoff und Fett ermittelt worden ist. Die gleich angeschlossene Tabelle IVa gibt endlich noch die Berechnung der prozentischen Zusammensetzung der Trockensubstanz.

Tabelle IV.

Datum.	Morgenmilch.					Nachmittagsmilch (4 h).									Bemerkungen.
	Menge.	Trockensubstanz.		Asche.					Asche.		Stickstoff.		Fett.		
		in gr.	in %	in gr.					in gr.	in %	in gr.	in %	in gr.	in %	
Jan. 12.	310	32,82	10,588	—					0,708	0,787			4,287	4,763	
18.	315	32,78	10,407	2,4					0,794	0,794			4,442	4,442	
24.	310	33,46	10,779	2,37	0,764	85	10,429	12,293	0,675	0,795			3,99	4,696	0,15 Pilocarpin. muriat.
25.	271	27,95	10,315	2,09	0,771	75	—	—	—	—			—	—	
31.	200	20,92	10,451	1,624	0,812	73	9,3	12,742	0,636	0,871			3,325	4,555	
Febr. 1.	200	20,308	10,154	1,488	0,744	58	8,15	14,059	0,53	0,913			3,384	5,8345	0,18 Atropin. sulfur.
2.	150	16,47	10,313	1,194	0,796	42	5,096	12,184	0,316	0,753			1,79	4,268	

Tabelle IVa.

Procentische Zusammensetzung der Trockensubstanz.

Datum.	Morgenmilch.	Nachmittagsmilch (4h).			Abendmilch ($7^1/_2$h).			Bemerkungen.
	Asche.	Asche.	Stickstoff.	Fett.	Asche.	Stickstoff.	Fett.	
Dec. 12.	—	6,43	4,84	38,9	—	—	—	
18.	7,31	6,44	4,75	36,0	—	—	—	
24.	7,09	6,47	4,77	38,2	6,80	4,49	37,4	0,15 Pilocarpin. muriat.
25.	7,46	—	—	—	—	—	—	
31.	7,77	6,84	4,56	35,7	6,19	4,83	38,5	
Febr. 1.	7,33	6,49	4,69	41,5	6,73	4,91	39,7	0,18 Atropin. sulfur.
2.	7,71	6,20	4,64	35,2	6,29	4,94	35,4	

Weiter lassen wir nun folgen eine Zusammenstellung der mit Pilocarpin angestellten Versuche, in welcher aber fortgelassen werden alle diejenigen, in welchen weniger als 0,15 gramm Pilocarpinum muriaticum injicirt worden ist. Geringere Dosen waren nämlich bei unserem Versuchsthier ohne jegliche Wirkung; erst bei der genannten hohen Dosis — wieder ein auffallendes Beispiel für das verschiedene Verhalten der thierischen Organismen fremden Substanzen gegenüber — kam eine Reihe von Erscheinungen zur Beobachtung, bezüglich deren auf die im Ganzen vollkommen zutreffende Schilderung von Roehrig[1]) verwiesen werden kann, und ferner die gleich näher zu besprechende Beeinflussung der Milchsecretion. Die äusserlich erkennbaren Vergiftungssymptome (insbesondere die vermehrte Speichelsecretion) pflegten nach ungefähr 4 Stunden ihr Ende erreicht zu haben. Uebergang von Pilocarpin in Speichel oder Milch gelang uns nicht nachzuweisen, zumal wir bei dem Mangel characteristischer chemischer Reactionen uns auf die physiologische Prüfung beschränken mussten.

Zum Verständniss der Tabelle, hauptsächlich der in Spalte b in Klammer beigefügten Ziffern ist folgendes zu bemerken. Es soll verglichen werden die Milchproduction (der Menge und Beschaffenheit nach) bei Einwirkung von Pilocarpin (Spalte a) mit den normalen Verhältnissen (Spalte b). Letztere sind aber bei den häufigen Schwankungen (vgl. das oben hierüber bemerkte) nicht ganz leicht zu ermitteln. Wir haben nun aus der vorher-

1) Archiv f. patholog. Anat. etc. LXVII, 1876.

gehenden Zeit diejenigen Zahlen genommen, welche uns am vorwurffreisten erschienen; wo es sich nicht blos um Menge, sondern auch um Zusammensetzung der Milch handelt, waren wir natürlich auf die vorhandenen analytischen Daten allein angewiesen. Aus wie viel Werthen der in Spalte b enthaltene Mittelwerth jedesmal berechnet ist, das soll die in Klammern demselben beigefügte Ziffer angeben. In einigen Fällen hat sich ein solcher Durchschnittswerth gar nicht fest ermitteln lassen; da ist dann nur ein einziger der vorhergehenden Tage zum Vergleich herangezogen worden.

Auf diese Unvollkommenheit unserer Untersuchung machen wir ausdrücklich aufmerksam; wer statt der von uns berechneten und benützten Mittelwerthe andere Zahlen der Haupttabelle verwendet, wird übrigens, vorausgesetzt, dass die extremen Werthe fortbleiben, zu Resultaten gelangen, die von den unsrigen nicht wesentlich abweichen.

Die Tabelle p. 237 ermächtigt zunächst im Gegensatz zu den Angaben von Röhrig zu dem Schluss: „Pilocarpin ist kein Lactagogum.“ Den gleichen Satz hat schon Stumpf [1]) aus seinen Versuchen abgeleitet und ebenso früher Marmé [2]), wir bestreiten aber die Berechtigung beider Forscher zu solcher Folgerung, da die von ihnen angewandten Mengen von Pilocarpin zu klein gewesen sind und nicht einmal, wie Stumpf ausdrücklich angibt, irgend eines der bekannten Symptome der Pilocarpin-Wirkung aufgetreten ist. Stumpf hat ferner als wahrscheinlich hingestellt eine wenn auch geringe Abnahme der Milchproduction am Versuchstag. Dass eine solche in der That eintritt, lehrt unsere Haupttabelle. Die Aenderung in der Tagesproduction kann uns aber, da die Pilocarpinwirkung rasch vorübergeht und ihr folgende Compensation nicht ausgeschlossen ist, weniger interessiren als etwaige Aenderung der Milchsecretion unmittelbar nach Einführung des Alkaloïds. Betrachten wir zunächst die Milch des ganzen Nachmittags, so zeigt sie sich in den meisten Fällen der Menge nach verringert. Diese Verringerung ist am merklichsten — den Versuch vom 24. Januar ausgenommen — in der um 4 Uhr Nach-

1) Deutsches Archiv für klinische Medicin Bd. XXX p. 201. 1882.

2) Nachrichten von d. K. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen aus d. Jahre 1878. p. 122.

Die Pilocarpin-Versuche.

	Datum.	Menge.			Trockensubstanz					
					in gr.			in %.		
		a an dem bezeichneten Tage.	*b* in der Zeit vorher.	$\frac{a}{b}$	*c* an dem bezeichneten Tage.	*d* in der Zeit vorher.	$\frac{c}{d}$	*e* an dem bezeichneten Tage.	*f* in der Zeit vorher	$\frac{e}{f}$
Milch des ganzen Nachmittags.	1. Nov.	325	323 (4)	1,0	36,13	36,7	0,98	11,117	11,56	0,96
	11. Nov.	234	360 (2)	0,65	25,63	44,5	0,57	—	—	—
	16. Nov.	262	326 (1)	0,8	27,98	—	—	—	—	—
	24. Jan.	160	190 (2)	0,84	17,704	—	—	—	—	—
Milch 4 h Nachmittags.	11. Nov.	95	179 (2)	0,53	10,89	22,3	0,49	11,462	12,42	0,92
	16. Nov.	127	186 (1)	0.68	15,15	—	—	11,926	—	—
	24. Jan.	85	95 (2)	0,9	10,429	11,67	0,89	12,293	12,28	1,0
Milch 7½ h Abends.	11. Nov.	139	181 (2)	0,77	14,74	22,19	0,66	10,608	12,27	0,86
	16. Nov.	135	140 (1)	0,96	12,83	16,37	0,78	9,504	11,695	0,81
	24. Jan.	75	95 (2)	0,8	7,275	—	—	9,893	—	—
Morgenmilch d. auf den Versuch folgenden Tages.	2. Nov.	463	534 (3)	0,87	53,67	61	0,88	11,593	11,493	1,0
	12. Nov.	524	535 (6)	0,98	—	—	—	—	—	—
	17. Nov.	476	554 (2)	0,86	49,57	66	0,75	12,514	11,92	1,05
	25. Jan.	271	312 (3)	0,86	27,95	33	0,84	10,315	10,59	0,97

Die Atropin-Versuche.

					Trockensubstanz					
					in gr.					
					c an dem bezeichneten Tage.	d in der Zeit vorher.				
Milch des ganzen Nachmittags.	29. Nov.	290	356 (4)	0,82	37,27	c. 41,5	c			
	1. Febr.	118	138 (1)	0,82	14,59	17,14				
Milch 4 h Nachmittags.	29. Nov.	148	169 (4)	0,88	20,89	c. 22,7	c. 0,9	14,118	12,2	1,15
	1. Febr.	58	73 (1)	0,8	8,15	9,3	0,86	14,059	12,742	1,1
Milch $7^1/_2$ h Abends.	24. Nov.	134	c. 190	c. 0,7	—	—	—	—	—	—
	29. Nov.	142	179 (4)	0,8	16,38	c. 21,2	c. 0,7	11,588	12,0	0,96
	1. Febr.	55	65 (1)	0,85	6,439	7,74	0,83	11,707	11,907	0,98
Morgenmilch d. auf den Versuchstag folgenden Tages.	25. Nov.	470	c. 560	c. 0,84	—	—	—	—	—	—
	30. Nov.	472	c. 560	c. 0,84	—	—	—	—	—	—
	2. Febr.	150	200 (1)	0,75	15,47	20,808	0,75	10,818	10,154	1,01

mittags gewonnenen Milch. Die in diesen ersten 4 Stunden nach Einspritzen des Pilocarpin gebildete Milch ist aber auch in ihrer Beschaffenheit verändert: sie ist ärmer an festen Bestandtheilen als die normale Milch, daher das absolute Gewicht ihrer Trockensubstanz mehr vermindert erscheinen muss als die Milchmenge. Zwei der Versuche sprechen dafür, dass die in Rede stehende qualitative Veränderung der Milch in der zweiten Hälfte des Nachmittags noch stärker ist als in der ersten. Ob die Trockensubstanz auch in ihrer Zusammensetzung sich geändert, kann nach der einzigen uns vorliegenden Analyse (vgl. Tabelle IVa) nicht entschieden werden.

Die Tabelle vergleicht auch noch die Nachtmilch des Versuchstages (Morgenmilch des folgenden Tages) mit der normalen Milch. Die deutliche Herabsetzung der Menge der Milch, welche übrigens wohl in ihrer Zusammensetzung wieder als normale Milch angesehen werden darf, ist wohl nicht mehr direct als eine Pilocarpinwirkung aufzufassen. Jeder eingreifenden Störung folgt ja eine Verminderung der Milchproduction.

Zu der Zusammenstellung der Atropin-Versuche ist wenig zu bemerken. Die Tabelle ist ebenso entworfen wie die vorhergehende; das den zum Vergleich herangezogenen Zahlen vorgesetzte c. (circa) soll andeuten, dass ein Mittelwerth nur sehr annähernd hat festgestellt werden können.

Atropin setzt hiernach die Milchmenge nicht unbeträchtlich herab; ein Unterschied in den verschiedenen der Beobachtung zugänglichen Zeitabschnitten nach Einführung des Giftes ist in dieser Beziehung nicht zu erkennen, wohl aber angehend die Zusammensetzung der Milch. Die in den ersten 4 Stunden gebildete Milch, Nachmittags $4^1/_2$ Uhr entleert, zeichnet sich durch einen auffallend hohen Gehalt an Trockensubstanz aus. Wie fast immer wasserärmere Milch auch in ihrer Zusammensetzung verändert erscheint, nämlich reicher an Fett, so sehen wir auch (cf. Tab. IVa) in der Trockensubstanz der Atropin-Nachmittagsmilch den Fettgehalt weit höher, als in der Norm. Schon die Abendmilch ist aber wieder normal, ja vielleicht sogar wasserreicher als gewöhnlich; die längere Zeit anhaltende Verminderung der Milchbildung ist wohl wieder wie bei dem Pilocarpin nicht direct noch als eine Wirkung des Atropin aufzufassen.

Ueber die Bemerkungen von V. Hensen zu meinem Aufsatz „Ueber den Verlauf der die Pupille verengenden Nervenfasern im Gehirn“[1].

Von

W. Bechterew.

Bezüglich meiner Abhandlung mit der Ueberschrift: Ueber den Verlauf der die Pupille verengenden Nervenfasern im Gehirn etc.[2]) hat V. Hensen einige kurze Bemerkungen veröffentlicht, in denen er, ohne den wesentlichen Theil meiner Arbeit zu berühren, auf Unrichtigkeiten hinweist, welche ich betreffs meiner auf seine gemeinsam mit Völkers[3]) ausgeführte Arbeit bezüglichen Angaben begangen haben soll. Nur im Interesse der Wahrheit halte ich es für nöthig, hier einige Worte über diejenigen seiner Bemerkungen zu sagen, die eine Aufklärung nothwendig machen.

Allererst macht V. Hensen mir den Vorwurf, dass ich seine gemeinsam mit Völkers ausgeführte Arbeit unrichtig citire, indem ich diesen Autoren die Verlegung des Centrums für willkürliche Bewegungen der Augäpfel an den Boden des dritten Ventrikels zuschreibe und nicht an den Boden des Aquaeductus Sylvii. An einem anderen Ort (Punkt 4) meint er, dass ich auch das Iriscentrum nach seiner und Völkers' Abhandlung irrthümlich an den Boden des dritten Ventrikels verlege, und nicht an die Hinterwand desselben. Der Autor der „Anmerkungen“ fügt hier hinzu: „Die falsche Angabe des Autors (d. i. meine) wird von Bedeutung, weil er auf Grund derselben unseren Befund verwirft und dennoch unsere Ansicht, dass das erste Centrum der Oculomotoriuskern sei, denn dieses liegt an der bezeichneten Stelle, völlig theilt.“

---

1) Dies Arch. Bd. XXXI, S. 309.

2) Dies Arch. Bd. XXXI, S. 60.

3) Hensen u. Völkers, Gräfe's Arch. Bd. XXIV, 1874, S. 1.

Betreffs dieser Bemerkungen habe ich Folgendes zu sagen:

Indem ich im Anfang meiner Abhandlung, in der Literaturübersicht (S. 62), auf die Untersuchungen von V. Hensen und Völkers hinweise, bezeichne ich die von ihnen angenommene Lokalisation des Iriscentrums im hinteren Abschnitt des Bodens des dritten Ventrikels als zwischen dem von diesen Autoren in derselben Gegend entdeckten Accomodationscentrum und dem Centrum für den M. rectus internus befindlich — also richtig[1]). Wenn ich dann im nachfolgenden Texte meiner Abhandlung, die nämlichen Untersuchungen von Hensen und Völkers citirend, nur vom Boden des dritten Ventrikels spreche, so gebrauche ich, wie aus der allgemeinen Darstellung meiner Arbeit ersichtlich ist, diese Bezeichnung im weiten Sinne des Wortes, indem ich darunter den tiefen, von centraler grauer Substanz bekleideten Abschnitt des Ventrikels (also auch die Hinterwand desselben bis zur Mündung des Aquaeductus Sylvii) verstehe.

Indem ich mich nun zu der von Hensen und Völkers in ihrer gemeinsamen Arbeit über den uns beschäftigenden Gegenstand auf Seite 16 gegebenen Beschreibung wende, finde ich Folgendes: „Erst wenn die Vierhügel abgetragen oder gespalten sind und wenn man den Boden des dritten Ventrikels bis zu den corp. mamillaria hin untersucht, erhält man constante Resultate"; — und 4 Zeilen weiter: „In der Mittellinie und dicht neben derselben hat die Reizung der motorischen Oberfläche von vorn über den corp. mamillaria beginnend zur Folge: Accomodation, Iriscontraction, Bewegung des Musc. rectus internus, dann superior, Levator palpebrae, Rectus inf., Obliquus inf., Trochlearis und weiter nach aussen Abducens". An anderer Stelle derselben Arbeit (S. 22) erwähnen die Autoren nur, dass der Anfang des Rectus inf. ganz von den Vierhügeln bedeckt sei, der Anfang des Obliquus inf. unter dem hinteren Vierhügel liege; von den anderen Centren für die Augenbewegungen nimmt nach Bezeichnung der Autoren der Rectus int. den Grenztheil zwischen Aquaed. Sylvii und drittem Ventrikel ein, und hinter ihm liegen Rectus sup. und Levator palpebrae.

Da ich nicht Versuche mit Reizung oder Zerstörung des Bodens des Aquaed. Sylvii anstellte, konnte ich natürlicherweise

1) s. Hensen u. Völkers, l. c. p. 19.

in meiner Abhandlung die Ansichten von Hensen und Völkers über die Localisation einiger Centren für Augenbewegungen in dieser Gegend weder theilen noch bestreiten[1]. Meine Untersuchungen beziehen sich blos auf den tiefen von centralem Höhlengrau bekleideten Abschnitt des dritten Ventrikels, und ich bestreite nur diejenigen Angaben von Hensen und Völkers, welche auf diese Gegend Bezug haben, also die hierherverlegte Localisation des Iriscentrums und derjenigen Centren für Augenbewegungen, die von den genannten Autoren im Grenztheil zwischen Aq. Sylvii und drittem Ventrikel angenommen werden.

In meiner Arbeit führe ich u. A. die Ergebnisse von Zerstörungsversuchen der hinterseitlichen und hinteren Wand des Ventrikels an. In letzterem Fall wurde die Verletzung, wie in der Arbeit angegeben ist, an der Strecke vom Infundibulum bis zum Niveau des Aq. Sylvii angebracht, also an der Stelle, wohin Hensen und Völkers das Accomodations-, Iriscentrum und die Centren für einige Augenmuskeln verlegen (da auch der Grenztheil zwischen Aq. Sylvii und dem Ventrikel ergriffen war). Die von mir bei diesen Versuchen festgestellten Thatsachen (Fehlen eines völligen Verlustes der Lichtreaction der Pupillen, eigenthümliche mit der Zeit verschwindende Ablenkung der Augäpfel nach unten und innen wie auch begleitende Störungen seitens des Körpergleichgewichts) veranlassten mich eben das Vorhandensein eines Iriscentrums, wie auch irgend welcher anderen Centren für willkürliche Augenbewegungen in der Gegend des dritten Ventrikels im Allgemeinen, also speciell auch in dessen hinterer Wand und dem Grenztheil, wie Hensen und Völkers annehmen, zu verwerfen[2].

---

1) In meiner Arbeit (S. 74—75) mache ich nur die allgemeine Angabe, dass bisher kein Grund vorliegt die Centren für Bewegungen der Augäpfel an einen anderen Ort zu verlegen, als in die anatomisch gut bekannten Kerne der Augenbewegungsnerven. Hierbei gehörten Betrachtungen darüber, inwiefern die ausführlichen Untersuchungen von Hensen und Völkers über Reizung des Bodens des Aq. Sylvii mit der anatomischen Lage der Kerne der Augenbewegungsnerven übereinstimmen, gar nicht zum Plan meiner Darstellung.

2) Die Iriscentren müssen, wie mir das Experiment zeigt (S. 71 meiner Abhandlung) in die tiefer liegenden Abschnitte der oberen Hirnschenkeletage, unter den vorderen Vierhügeln, verlegt werden, wo sie wahrscheinlich zu beiden Seiten der Mittellinie liegen.

Die in meiner Abhandlung befindliche Aeusserung, dass Hensen und Völkers bei ihren Versuchen mit Reizung des Bodens des dritten Ventrikels durch die Bedingungen ihrer Experimente selbst (Abtragung der gesammten Hemisphärenmasse mit den Ganglien) ausser Stand gesetzt waren, Zwangsbewegungen zu beobachten, nennt Hensen unrichtig; indessen behält für mich die Thatsache ihre Richtigkeit, dass Hensen und Völkers bei Reizung der hinteren Ventrikelwand, in welcher diese Autoren, wie aus Obigem ersichtlich, einige ihrer Centren lokalisiren, mit keiner Silbe allgemeiner Bewegungsstörungen Erwähnung thun, während dieselben bei anderen Versuchsbedingungen nothwendigerweise zum Vorschein gelangt wären.

(Aus d. physiol. Laboratorium des Prof. J. R. Tarchanoff in St. Petersburg.)

Ein Beitrag zur Physiologie des Nervi phrenici.

Von

B. v. Anrep und N. Cybulski.

Hierzu Tafel V.

Mit Untersuchungen auf dem Gebiete der Innervation der Athmung beschäftigt fanden wir mitunter, dass die nn. phrenici, im Gegensatz zur allgemein verbreiteten Auffassung, gemischte Nerven sind. Bis jetzt wurden die nn. phrenici ausschliesslich als motorische Nerven des Zwerchfells betrachtet und das von Henle[1]) an der Hand anatomischer Thatsachen vermuthete Vorhandensein sensibler Fasern in den Stämmen der nn. phrenici hat nicht nur eine Bestätigung in der experimentellen Physiologie gefunden, sondern die letzthin publicirten Beobachtungen von

1) Handbuch der Nervenlehre des Menschen 1879, S. 521.

Ziemssen und Ter-Gregorianz[1]) an der kranken C. Serafin widerlegen sogar direct diese Vermuthung.

Trotzdem kann die Anwesenheit sensibler Fasern im Stamme des n. phrenicus nicht bezweifelt werden, da bei Thieren die Reizung des centralen Abschnittes des n. phrenicus Veränderungen der Respiration und Blutdruckes herbeiführt und nicht selten ruft sie auch Schmerzempfindungen hervor.

Die Folgen solcher Reizungen bei verschiedenen Thierarten (Hunden, Katzen, Kaninchen) bleiben beinahe dieselben. Wenn auch geringe Differenzen vorkommen, so finden dieselben ihre Erklärung in den individuellen Eigenschaften einzelner Thiere. Uebrigens beobachtet man solche Differenzen auch bei Reizungen mancher anderer sensiblen Nerven.

I. Einfluss des n. phrenici auf die Respiration. — Die Reizung des centralen Abschnittes des n. phrenic. übt einen Einfluss auf die Frequenz und Tiefe der respiratorischen Bewegungen. Die Effecte sind verschieden je nach der Stärke und Dauer der Reizung; so bedingen schwache und kurzdauernde Reizungen (5—10″) eine geringe Beschleunigung der Respiration; schwache aber länger anhaltende Reizungen (25—50″) beschleunigen im Anfange, dann aber verlangsamen sie die respiratorischen Bewegungen, auch die Tiefe einzelner Bewegungen wird in den meisten Fällen grösser. Durch stärkere Reizungen wird Anfangs Zunahme der Frequenz und Tiefe der respiratorischen Bewegungen herbeigeführt, dann kommt entweder eine Verlangsamung oder unmittelbar nach der Beschleunigung wird die Respiration, was die Tiefe und Frequenz betrifft, normal, d. h. wie vor der Reizung. Im letzten Falle hatte die Steigerung und ebenso die Verminderung der Intensität der Reizung keinen Effect hervorgebracht. Erst nach einem gewissen Zeitraume konnte eine neue Reizung den gewöhnlichen Einfluss herbeiführen. Dieses beweist, dass die sensiblen Fasern des n. phrenici, unter dem Einflusse stärkerer Reizungen, verhältnissmässig leicht ihre Erregbarkeit verlieren. Starke Reizungen haben bei den Thieren nicht selten Schmerzempfindungen hervorgerufen.

Ausser den beschriebenen Erscheinungen erhielten wir bei

---

1) Studien über die Bewegungsvorgänge am menschlichen Herzen u. s. w. Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. XXX, 1882.

einigen Thieren, bei der Reizung des centralen Abschnittes des n. phrenici mit starken Strömen, expiratorischen Stillstand der Athmung.

Alle diese Veränderungen beobachteten wir bei Reizung des n. phrenici sowohl bei ganz normalen Thieren, als auch bei narkotisirten. Zur Narkose gebrauchten wir Chloralhydrat oder Stickoxydul. Die Durchschneidung des n. vagi und Laring. super. haben den Effect der Reizung in keiner Weise verändert. Die nn. phrenici wurden am Halse mittelst eines Inductionsstromes gereizt, dabei wurde sorgfältig auf die vollständige Isolirung der nn. phrenici von den in der Nähe verlaufenden nn. supraclaviculares geachtet. Die Respirationsbewegungen wurden registrirt mittelst eines Marey'schen Pneumographs, oder eines Cordiograph à deux tambours, oder vermittels eines Rosenthal'schen Phrenograph. Wir sehen also, dass der Einfluss der Reizungen des centralen Abschnittes des n. phrenic. sich in einer Beschleunigung, Verlangsamung und einem expiratorischen Stillstande der Athmung äussern kann, d. h. dass qualitativ die nn. phrenici gegenüber Reizungen sich ebenso wie die meisten anderen sensiblen Nerven verhalten, obwohl die Intensität und Dauer der hervorgerufenen Effecte, von seltenen Ausnahmen abgesehen, bei der Reizung der n. phrenici geringer erscheinen.

II. Einfluss auf den Blutdruck. Ausser den beschriebenen Einwirkungen auf die Respiration übt die Reizung des centralen Abschnittes des n. phrenicus einen eigenthümlichen Einfluss auf die Blutdruckcurve. Der erste Effect der Reizung ist eine mehr oder weniger beträchtliche Steigerung des Blutdrucks (um circa 50—30 mm), der unmittelbar ein Sinken folgt, welches den Blutdruck auf seine normale Höhe reducirt, oder auf eine Höhe, die um einige Milim. die normale übertrifft oder ihr nachsteht. Nachdem kommt eine zweite Steigerung, ein zweites Sinken und so weiter. Kurz die Blutdruckcurve zeigt während der Reizung des n. phrenici eine Reihe periodischer wellenförmiger Schwankungen, bald mehr steilen, bald mehr flachen, oder mit anderen Worten, die Reizung dieses Nerven bedingt die Erscheinung der sogenannten Traube-Hering'schen Wellen. Bei denjenigen Thieren, bei denen wir solche Wellen auch vor der Reizung beobachteten, haben dieselben während der Reizung des n. phrenici an Höhe bedeutend zugenommen. Sofort oder sehr bald nach

dem Aufhören der Reizung verschwand auch der Effect der letzten und die Blutdruckcurve zog sich in eine gerade Linie, die nur durch Respirationsschwankungen unterbrochen war.

Die Durchschneidung verschiedener Halsnerven hatte in keiner Weise auf die Erscheinung dieser Wellen während der Reizung des n. phrenicus eingewirkt. Ebenso blieb das Resultat des Versuches gleich sowohl bei eröffnetem Brustkasten oder Bauchhöhle, als bei der Intactheit dieser Höhlen, sowohl in denjenigen Fällen wo der Blutdruck im Momente der Reizung hoch war, als in jenen wo er niedrig stand, sowohl bei Beschleunigung und Verstärkung der Herzthätigkeit, als bei ihrer Verlangsamung und Schwächung. Es war auch gleichgültig, ob man das Thier öfter oder seltener athmen liess (bei künstlicher Respiration). Die Durchschneidung (in der Brusthöhle) aller Herznerven blieb auch ohne Einfluss. In sämmtlichen diesen Fällen erschienen bei jeder Reizung der n. phrenici die obenbeschriebenen periodischen Schwankungen des Blutdruckes. Diese Wellen werden auch bei nicht narkotisirten Thieren beobachtet, aber aus leicht verständlichen Gründen sind sie viel beständiger und ausgesprochener bei narkotisirten, am besten bei curarisirten Thieren.

Um die Erscheinung dieser Wellen hervorzurufen ist nur eine Bedingung nothwendig, nämlich die Erhaltung der funktionellen Thätigkeit des vasomotorischen Centrums. Wenn wir die Erregbarkeit dieses Centrums herabsetzen (z. B. durch Vergiftung des Thieres mit Cadmiumsalzen), erhielten wir entweder keine Traube'schen Wellen, oder sie waren viel weniger ausgesprochen. Die Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 1. und 2. Halswirbel, ebenso wie die Lähmung des vasomotorischen Centrums haben die Erscheinung dieser Wellen verhindert.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass die von uns beobachteten periodischen Schwankungen des Blutdruckes bei der Reizung des centralen Abschnittes des n. phrenici auf einer Reizung des vasomotorischen Centrums, die sich auch periodisch äussert, beruhen.

Bei Thieren mit intacten nn. vagi gestalten sich diese Wellen etwas verschieden als bei Thieren mit durchschnittenen nn. vagi, nämlich bei den ersten beobachtet man auf dem aufsteigenden Abschnitte der Welle eine Zunahme der Frequenz der Herzschläge, auf dem absteigenden eine Verstärkung und Verlangsamung der

letzten (s. Curve Nr. 2 und 3), also ganz analog denjenigen Veränderungen der Herzcontractionen, die bei den respiratorischen Schwankungen des Blutdruckes beobachtet werden. Bei Thieren mit durchschnittenen nn. vagi wird weder die Zahl, noch die Kraft der Contractionen verändert.

Wir müssen also annehmen, dass nicht nur das vasomotorische, sondern auch das Hemmungscentrum, während der Reizung des n. phrenicus, in einen Zustand periodischer Erregungen und Schwächungen versetzt wird.

Es ist unmöglich, das Sinken des Blutdruckes (der absteigende Theil der Welle) als Resultat der durch Reizung des centralen Herzhemmungsapparates und darauf folgende Verlangsamung der Herzschläge aufzufassen, weil die Durchschneidung der nn. vagi und überhaupt sämmtlicher Herznerven keinen Einfluss auf die Periodicität der Schwankungen des Blutdruckes bei Reizung der nn. phrenici ausübt. Es fehlen nur die Beschleunigung der Contractionen auf dem aufsteigenden und die Verlangsamung auf dem absteigenden Theile der Welle. In diesem Falle erfahren weder die Zahl noch die Kraft der Herzcontractionen irgend welche Veränderungen, wie dies aus der Curve sehr leicht einzusehen ist.

Bekanntlich hat schon Traube[1]) bei seinen vortrefflichen Versuchen das Gleiche beobachtet. In unserem Falle ist von grossem Interesse der Umstand, dass diese Erscheinungen bei ganz unveränderten Verhältnissen des Gaswechsels durch Reizung eines bestimmten Nerven hervorgerufen wurden. Darum ist die Frage gerechtfertigt, ob nicht der n. phrenicus eine bestimmte Bedeutung für das Zustandekommen der die Respirationsbewegungen begleitenden periodischen vasomotorischen Effecte hat, umsomehr als vielleicht die periodischen Contractionen des Zwerchfells die Bedingungen für das Zustandekommen der Erregungen seiner sensiblen Nerven in sich schliessen.

Dies bewog uns zunächst den Effect der Durchschneidung des n. phrenici bei Thieren, bei denen die Traube'schen Wellen durch ungenügende Respiration hervorgerufen sind, zu untersuchen. Der erste Versuch hat ein vollkommen unerwartetes Resultat er-

1) Ueber periodische Thätigkeits-Aeusserungen des vasomotorischen und Hemmungs-Nervencentrums. Ges. Beiträge 1871, Bd. I, S. 387.

geben: unmittelbar nach Durchschneidung beider nn. phrenici verschwanden die Wellen der Blutdruckcurve vollständig, und während mehrerer Minuten ist keine einzige Welle zum Vorschein gekommen, allein nachher erschienen sie wieder ganz so wie vor der Durchschneidung. Die anderen Versuche ergaben negative Resultate, aber wir können sie nicht als endgültig betrachten und hoffen bald in der Lage zu sein, weitere Versuche vorzulegen.

Wir müssen hinzufügen, dass es uns auch durch Reizung anderer sensiblen Nerven, die Traube'schen Wellen hervorzurufen, gelang, jedoch nur unter ganz gewissen Verhältnissen: das Thier muss ermüdet sein, die Reizung muss stark, mehrmals wiederholt werden und lange Zeit dauern. Die Reizung der nn. phrenici wird constant von periodischen Schwankungen des Druckes begleitet, die Reizung anderer, unter oben erwähnten Bedingungen stehenden, sensiblen Nerven nur sehr unconstant und nur nachdem sie ihren gewöhnlichen Effect hervorgerufen hat, d. h. nach vorläufiger länger anhaltender Blutdrucksteigerung.

Wir glauben, dass diese unsere Versuche als neue Bestätigung der von Traube angegebenen und von Hering und S. Meyer weiter entwickelten Theorie dieser periodischen Schwankungen des Blutdruckes gelten können. Zur gleichen Zeit weisen sie auf eine vollkommen neue Bedeutung des n. phrenici beim Respirationsacte hin.

Einstweilen glauben wir behaupten zu können, dass der n. phrenicus in einem speciellen Verhältnisse zum vasomotorischen und zum die Herzthätigkeit hemmenden Centrum steht.

Erklärung der Blutdruckcurven.

Nr. 1. Ein kleiner Hund, curarisirt, künstliche Respiration. Nn. vagi durchschnitten. Die Ziffern auf der Abscisse bezeichnen Secunden, auf der Ordinate — die Blutdruckhöhen in mm der Q. s. + — Moment der Application des Reizes auf den centralen Abschnitt des n. phrenic. — Ende der Reizung. Die nn. phrenici werden in der Brusthöhle gereizt.

Nr. 2 u. 3. Wie Nr. 1, aber ohne vorläufige Durchschneidung der nn. vagi.

Die vorliegende Mittheilung wurde der Redaction dieses Archivs den 4. August 1883 gesendet, deswegen blieb uns die von Herrn Schreiber im 31. Bande des Archivs publicirte Arbeit „Ueber die Functionen des Nervus phrenicus“ (Heft 11 u. 12, herausgegeben den 27. Juli) damals noch unbekannt.

Bemerkungen zu der Arbeit von Aubert „die Helligkeit des Schwarz und Weiss“.

Von

J. v. Kries.

Aubert hat in diesem Archiv (XXXI, Seite 223) über die Helligkeit des Schwarz und Weiss Mittheilungen gemacht, welche sich hauptsächlich gegen eine Stelle aus meiner Arbeit „die Gesichts-Empfindungen und ihre Analyse“ richten, und mich zu einigen Bemerkungen veranlassen. Dieselben kann ich um so kürzer halten, als, wie mir scheint, eine wirkliche Differenz in unsern Ansichten nicht, oder doch nicht in erheblichem Maasse, besteht. Eine scheinbare ist dadurch herbeigeführt, dass bei einer gewissen Abschätzung Aubert zu höheren Zahlen gelangt als ich; in der That aber ist das nur eine scheinbare Differenz, da der Gegenstand von Aubert's Schätzung ein ganz anderer ist als der der meinigen. Was ich im Auge gehabt habe, geht mit genügender Deutlichkeit aus dem hervor, was am angeführten Orte gesagt ist (S. 57).

„Orientiren wir uns zuerst einmal darüber, was überhaupt benannt werden soll. Wir müssen hierbei vor Allem davon ausgehen, dass die Sprache uns in erster Linie nicht zur Charakterisirung unserer Empfindungen, sondern zur Charakterisirung der Gegenstände dient. Demgemäss kommt es nicht auf die Menge unsrer Gesichts-Empfindungen überhaupt an, sondern nur auf die Menge derjenigen, welche uns bei einer bestimmten Beleuchtung alle möglichen Gegenstände geben würden.

Wir wollen nun versuchen, uns einen Ueberschlag über die Anzahl von Körpern zu machen, welche bei einer bestimmten Beleuchtung uns lauter eben noch von einander merklich verschiedene Gesichtsempfindungen geben.“

Bei dieser Taxirung, bei welcher es sich, wie auch dort ausdrücklich gesagt, „nur um ganz rohe Annäherungen handelt“, gelangte ich zu einer Zahl von etwa 5—600,000.

Gegenstand der Aubert'schen Schätzung ist aber etwas ganz anders, nämlich die gesammte Menge überhaupt möglicher, von einander eben noch merklich unterscheidbarer Gesichts-Empfindungen. Deswegen zieht Aubert auch die Differenzen der Beleuchtung mit in Betracht (p. 224, „wenn ferner von weissem Papier sehr viel mehr Licht zurückgeworfen wird, wenn die Sonne darauf scheint, als wenn es von diffusem Tageslichte beleuchtet ist . .") und spricht auch schlechtweg von der Zahl „unterscheidbarer Farbenempfindungen" (S. 231).

Dass man auch in meinem Sinne vielleicht eine grössere Unterschieds-Empfindlichkeit zu Grunde legen und so eine grössere Zahl herausrechnen kann, gebe ich gerne zu. Die unteren Grenzen der in Betracht kommenden Helligkeit (als Eigenschaft der Körper genommen) habe ich ganz ausdrücklich auf schwarzes Papier eingeschränkt, und das von Aubert vermuthete Missverständniss, als habe ich seine Zahl (1:57) für das Verhältniss der äussersten Helligkeit von Schwarz und Weiss genommen, hat mir durchaus fern gelegen. Wenn ich auch kurz sage, dass „das hellste Weiss etwa 57 Mal so hell sein soll, als das dunkelste schwarze Papier, welches man erhalten kann", so ist doch der Sinn hiervon nach den oben citirten Eingangsworten, welche unmittelbar davor stehen, nicht zweifelhaft, ganz abgesehen davon, dass es überhaupt ein reiner Unsinn sein würde, für das Helligkeits-Verhältniss von Schwarz und Weiss überhaupt (mit Einschluss von beliebigen Variationen der Beleuchtung) eine endliche Zahl anzugeben. Dass schwarzer Sammet noch dunkler ist als s. g. schwarzes Papier war mir natürlich auch wohl bekannt. Es lagen indessen damals keine Bestimmungen über denselben vor; wie weit oder wenig nun das Ergebniss der Taxirung durch die Berücksichtigung dieser dunkelsten Körper sich verändern würde, mag hier dahin gestellt bleiben; nach den damaligen Grundlagen sind diese ausgeschlossen und bezieht sich die Taxirung nur auf die Körper bis zu der Dunkelheit des schwarzen Papiers herab, mit dessen Helligkeit nach den neueren Aubert'schen Bestimmungen diejenige einer gut berussten Scheibe ($^1/_{49}$—$^1/_{59}$) annähernd übereinstimmt.

Den grossen Spielraum des zu erhaltenden Ergebnisses gebe ich also gern zu; einen principiellen Irrthum oder die von Aubert angenommene missverständliche Auffassung seiner Angabe muss ich dagegen in Abrede stellen. Ich habe deswegen auch aus

meinem Ergebniss nicht gefolgert, dass Aubert's Annahme „von vielen Millionen“ auf Uebertreibung beruhe, sondern dass sie „erst dann zur Wahrheit werde, wenn man über die gewöhnlichen Helligkeiten, in denen wir Körperfarben sehen, sehr weit hinausgehen“, was mir immer noch richtig scheint. Wenn dagegen Aubert es für nöthig hielt, „eine nur für ganz bestimmte zufällige Bedingungen gefundene Zahl des Scheins zu berauben, als sei sie der Ausdruck für die Grenzwerte unseres Lichtsinnes“, so möchte ich bemerken, dass dieser Schein, sei es in Bezug auf die Zahl 5–600,000 als Gesammtergebniss, sei es in Bezug auf die Zahl 57 als Verhältniss zwischen „weiss und schwarz“, weder für mich bestanden hat noch auch, wie mir scheint, durch meine Abhandlungen hervorgerufen werden konnte.

Ueber den Einfluss des Alcohols und des Morphiums auf die physiologische Oxydation.

Von

N. Simanowsky und **C. Schoumoff**,

Assistenten an der medicinischen Klinik in St. Petersburg.

Die Versuche über den Einfluss der in der Ueberschrift genannten Substanzen auf die Verbrennungen im Organismus, welche wir in Folgendem beschreiben wollen und welche in mancher Hinsicht unsere Kenntniss ihrer Wirkungsart erweitern, sind nach der kürzlich in diesem Archiv von N. Nencki und N. Sieber[1]) beschriebenen Methode angestellt worden. Die mittelst dieser Methode über den Einfluss des Phosphors, der Metallsalze, des Arsens und der Anaesthetica gemachten Erfahrungen rechtfertigten die Erwartung, dass auch der Einfluss des Alcohols und des Morphiums auf den thierischen Stoffwechsl mittelst derselben wird ermittelt werden können.

1) Dies Archiv Bd. 31, p. 319.

Die Verwendung des Alcohols in der Therapie der fieberhaften Krankheiten steht weit an Bedeutung hinter der Thatsache zurück, dass er bei allen Völkern des Erdballs das beliebteste und gebräuchlichste Genussmittel ist. Andererseits ist Morphium das wichtigste Arzneimittel und seine Anwendung in der Therapie bekanntlich sehr mannigfaltig; aber auch als Genussmittel ist es bei den Völkern des Ostens weit verbreitet. Als Folge übermässigen Genusses der beiden Substanzen treten die zwei häufigsten aller Intoxicationen auf, nämlich der chronische Alcoholismus und die Opiumsucht. Es war daher von besonderem Interesse zu untersuchen, welchen Einfluss Alcohol und Morphium auf den Verlauf der Oxydationen im Organismus ausüben.

In Bezug auf Alcohol geht das Resultat der bisherigen, äusserst zahlreichen Arbeiten dahin, dass durch denselben der thierische Stoffwechsel nach allen Richtungen hin herabgesetzt werde. So wird die Erniedrigung der Körpertemperatur nach Alcoholgenuss allgemein anerkannt und die Mehrzahl der Experimentatoren konnte eine Verminderung der Harnstoff- resp. Stickstoffausscheidung constatiren. Nach den Versuchen von L. Riess[1]) wird bei Menschen nicht allein die Harnstoffausscheidung, sondern auch die der Schwefelsäure, der Phosphorsäure und der Chloride vermindert. Von anderen dagegen (Perrin, Parker und Wollowicz) wurde jeder Einfluss des Alcohols auf die Harnstoffausscheidung geleugnet. Nach J. Munk[2]) wird die Stickstoffausscheidung durch kleine Alcoholdosen vermindert, durch grössere dagegen bis zu 10% des Normalen erhöht und in Uebereinstimmung damit fanden schon früher Boeck und Bauer, dass kleine Alcoholgaben eine Verminderung, grosse dagegen eine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung bewirken.

Es erscheint uns zweckmässiger, zunächst die von uns angestellten Versuche mitzutheilen und erst später die Widersprüche in den Resultaten der verschiedenen Autoren zu besprechen. Wir unterlassen hier die nähere Beschreibung der Methode, indem wir auf die oben citirte Arbeit von Nencki und Sieber verweisen. Wir haben unsere Versuche in dem Laboratorium des Prof. Nencki in Bern ausgeführt und alle die dabei nothwendigen Vorsichts-

---

1) Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 2, Heft 1, 1880.

2) Maly's Jahresber. f. 1878, p. 310.

maassregeln befolgt. Die Menge des verabreichten Benzols war in allen unseren Versuchen die gleiche, wie in denjenigen von Nencki und Sieber, wodurch der Einfluss des Alcohols, resp. des Morphiums mit dem Einflusse der auf die Oxydation der von den Letzteren untersuchten Substanzen besser verglichen werden kann. Da die Wirkungsart einer toxischen Substanz auf den Organismus je nach der Individualität und der verabreichten Menge sehr verschiedenartig sich gestaltet, so haben wir stets die Menge des verabreichten Alcohols und das relative Gewicht zu dem Körpergewichte des Versuchsthieres angegeben. Da die Versuche über den Einfluss des Alcohols und Morphiums auf die Oxydation des Benzols an denselben Individuen ausgeführt wurden, so sind übersichtlichkeitshalber die Tabellen für Alcohol und Morphium nebeneinander zusammengestellt.

Versuche an Kaninchen.

1) Bei einem Kaninchen, 2580 gr schwer, dessen Futter aus Hafer und Kohl bestand, wurde zunächst die Menge des normaler Weise nach subcutaner Injection von 1,0 gr Benzol ausgeschiedenen Phenols bestimmt. Da zu erwarten war, dass ähnlich wie in den Versuchen von Nencki und Sieber mit Aether und Chloroform der Einfluss des Alcohols resp. Morphiums auf die Oxydation des Benzols am deutlichsten in den ersten Stunden nach der Eingabe hervortreten wird, so wurde hier wie in den folgenden Versuchen das in den ersten 9 Stunden und sodann in den darauffolgenden 15 Stunden des ersten Tages ausgeschiedene Phenol besonders bestimmt. In den ersten 9 Stunden schied dieses Kaninchen 0,0888 gr Phenol aus, in den darauffolgenden 0,0459 gr. In den weiteren 24 Stunden 0,0483 gr und in den letzten 48 Stunden waren noch 0,1056 gr Phenol vorhanden. Im Ganzen schied also dieses Kaninchen nach 1,0 gr Benzol 0,2831 gr Phenol aus. 2 Tage später erhielt das Thier um 9 Uhr morgens wiederum 1,0 gr Benzol und sodann 4,0 gr absoluten Alcohols, der mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt war, subcutan injicirt. Die Temperatur des Thieres vor der Alcoholinjection war = 39,0°. 10 Minuten danach 38,8°, ½ Stunde später 38,6°, um 12 Uhr mittags 39,5°. Nachmittags 2 Uhr, wo das Thier sich erholte und wieder zu fressen begann, erhielt es wieder die gleiche Dosis absoluten Alcohols, im Ganzen also 8,0 gr oder 3,1 per Kilo Körpergewicht. Der in den ersten 24 Stunden entnommene Harn enthielt 0,1207 gr Phenol. Der Harn von den folgenden 24 Stunden enthielt nur 0,0044 gr Phenol, der spätere Harn war phenolfrei. Im Ganzen 0,1251 gr Phenol also mehr als um die Hälfte weniger als normal.

8 Tage später wurde bei dem gleichen Kaninchen von Neuem die

Menge des im gesunden Zustande nach 1 gr Benzol gebildeten Phenols bestimmt. Der in den ersten 9 Stunden entnommene Harn enthielt 0,1030 gr Phenol, der in den folgenden 15 Stunden 0,1408 gr. Der in den folgenden 24 Stunden 0,0045 gr. Der spätere Harn war phenolfrei. Im Ganzen also schied das Kaninchen jetzt 0,2483 gr Phenol aus. Einige Tage später erhielt das Thier morgens 9 Uhr 1,0 gr Benzol und hierauf 0,02 gr salzsaures Morphin subcutan injicirt. Die Temperatur des Kaninchens vor Beginn des Versuches war 39,2⁰. Eine Stunde nach der Morphiuminjection = 38,6⁰. Nach 5 Stunden 37,6, abends 6 Uhr 38,9⁰. Während der Zeit liegt das Thier auf dem Bauche und ist schläfrig. Am nächsten Tage morgens ist die Temperatur des Kaninchens normal = 39,3 und das Thier ist sichtlich erholt. Der in den ersten 9 Stunden entnommene Harn enthielt 0,1102 gr, in den folgenden 15 Stunden 0,1683 gr, im Ganzen also wurden in den ersten 24 Stunden 0,2785 gr Phenol ausgeschieden. In den folgenden 24 Stunden 0,0273 gr Der in den letzten 24 Stunden erhaltene Harn enthielt noch 0,0032 gr Phenol. Im Ganzen also in Folge der Morphiuminjection schied das Thier 0,309 gr Phenol aus.

2 Wochen später wurde am gleichen Thier der Alcoholversuch mit kleiner Dose wiederholt. Da das Gewicht des Kaninchens jetzt = 2690 gr war, so erhielt es 0,9 alcohol. abs. mit Wasser verdünnt in drei Portionen morgens 9 Uhr, mittags 2 Uhr und abends 6 Uhr injicirt, also 0,3 gr per Kilo Körpergewicht. Der in den ersten 9 Stunden entleerte Harn enthielt 0,0698 gr, der in den folgenden Stunden 0;0913 gr Phénol. Im Harn vom folgenden Tage waren nur 0,0033 gr und in dem Harn vom 3. Tage 0,0005 gr. Im Ganzen schied jetzt das Kaninchen nach 1,0 gr Benzol 0,1649 gr Phenol aus.

Folgende Tabelle veranschaulicht die erhaltenen Resultate:

Phenol nach 1 gr Benzol.

	normal. gr	normal. gr	nach 0,3 gr Alkohol per Kilo Körpergewicht. gr	nach 3,1 gr Alkohol per Kilo Körpergewicht. gr	nach 0,02 gr Morphium. gr
In den ersten 9 St.	0,0883	0,1030	0,0698	—	0,1102
In den folgd. 15 St.	0,0459	0,1408	0,0913	—	0,1683
Total am 1. Tage	0,1342	0,2438	0,1611	0,1207	0,2785
" " 2. "	0,0433	0,0045	0,0033	0,0049	0,0273
" " 3. "	0,1056	—	0,0005	—	0,0032
Total	0,2831	0,2483	0,1649	0,1256	0,309

2) An einem 2. Kaninchen, 2320 gr schwer, wurden die obigen Versuche in der Art angestellt, dass zunächst die nach 1 gr Benzol ausgeschiedene Phenolmenge im normalen Zustande bestimmt wurde. Hierauf wurden

in 2 aufeinanderfolgenden Versuchsreihen nach Eingabe von Benzol zunächst 4 gr absoluten Alcohols mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt in 2 Portionen um 10 Uhr morgens und 4½ Uhr nachmittags injicirt, so dass das Thier innerhalb 7 Stunden 1,7 gr absoluten Alcohols per Kilo Körpergewicht erhielt. In dem 2. Versuche erhielt das Kaninchen die doppelte Menge, nämlich 8 gr absoluten Alcohols in 3 Portionen innerhalb 9 Stunden und zwar morgens 9 Uhr 3 gr, mittags 2 Uhr 3 gr und abends 6 Uhr 2 gr. Demnach 3,4 gr per Kilo Körpergewicht. 6 Tage später wurden an dem gleichen Kaninchen 2 Versuche mit Morphium angestellt. Im ersten Versuche erhielt das Thier die gleiche Morphiumdose wie das vorherige, nämlich 0,02 gr des salzsauren Salzes; im 2. Versuche wurde die morphiumdose auf 0,03 gr erhöht, jedoch in refracta dosi, so dass das Kaninchen Morgens 0,02 und erst abends 6 Uhr 0,01 gr erhielt. Zuletzt wurde noch am gleichen Thiere ein Versuch mit kleiner Alcoholdose, nämlich 0,3 gr per Kilo Körpergewicht angestellt. Sowohl nach Alcohol- wie nach Morphiuminjectionen trat stets in den nächsten Stunden eine Temperaturerniedrigung ein, die namentlich nach Morphium ziemlich beträchtlich wurde. Beispielsweise war bei diesem Kaninchen die normale Temperatur = 40,6°. Eine Stunde nach Injection von 0,02 gr Morphium 39,5, 5 Stunden später 38,8°, 9 Stunden später 38,6°, am nächsten Tage morgens 39,5°. Die Oxydation des Benzols gestaltete sich hier folgenderweise:

Phenol nach 1,0 gr Benzol.

Kaninchen 2320 gr schwer.	normal.	nach 0,3 gr	nach 1,7 gr	nach 3,4 gr	nach 0,02 gr	nach 0,03 gr
		Alkohol per Kilo Körpergewicht.			Morphiumhydrochloratum.	
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
In den ersten 9 St.	0,0593	0,0846	0,0325	0,0080	0,0825	0,0362
In den folgd. 15 St.	0,1285	0,0271	0,0808	0,0465	0,1205	0,1198
Total am 1. Tage	0,1878	0,1050	0,1133	0,0545	0,2030	0,1560
„ „ 2. „	0,0020	0,0291	0,0059	0,0298	0,0180	0,0171
„ „ 3. „	—	0,0005	—	0,0002	—	—
Total	0,1898	0,1346	0,1192	0,0845	0,2210	0,1731

Die unerwartete Thatsache, dass Morphiumdosen, welche viel intensivere Vergiftungserscheinungen hervorriefen, als selbst die grössten von uns gegebenen Alcoholmengen, die Intensität der Oxydationen im Organismus eher erhöhten als herabsetzten, veranlassten uns noch an einem dritten Kaninchen einen Versuch anzustellen, wo die Gabe des salzsauren Morphiums auf 0,045 gr erhöht wurde. Das Kaninchen, 2625 gr schwer, bildete im gesunden Zustande, nach Injection von 1 gr Benzol in den ersten 9 Stunden 0,1016 gr Phenol.

In den folgenden 15 Stunden 0,1640 gr. In den folgenden 24 Stunden 0,051 gr und in den letzten 24 Stunden 0,012 gr Phenol. Im Ganzen also 0,2719 gr. 3 Tage später erhielt das gleiche Thier 1 gr Benzol und hierauf morgens 9 Uhr 0,02 gr salzsaures Morphin subcutan injicirt. Nachmittags 3 Uhr wurden dem Thiere noch 0,015 gr und abends 6 Uhr 0,01 gr davon injicirt. Das Thier bekam jetzt starken Durchfall und die Benzolausscheidung dauerte 4 Tage. In den ersten 9 Stunden enthielt der entnommene Harn 0,0517 gr Phenol, in den folgenden 15 Stunden 0,1388 gr. Der Harn vom 2. Tage enthielt 0,0193 gr, der vom 3. 0,0141 gr und der vom 4. 0,0095 gr Phenol. Im Ganzen wurden also jetzt 0,2334 gr Phenol erhalten. Im Vergleich zu der im gesunden Zustande erhaltenen Phenolmenge eine ganz geringe, fast innerhalb der Fehlergrenze liegende Verminderung. Doch wurde in den ersten 9 Stunden unter dem Einfluss des Morphiums kaum halb so viel Phenol ausgeschieden als normalerweise.

Versuche am Hunde.

Der 10 kg schwere Hund, an dem wir die im Folgendem zu beschreibenden Versuche ausführten und der abgerichtet war, seinen Harn zweimal täglich, morgens 9 Uhr und abends 7 Uhr, in ein ihm untergehaltenes Glas zu entleeren, war der gleiche, der zu den Versuchen von M. Nencki und N. Sieber diente. Damals schied er nach Eingabe von 1 gr Benzol bei reichlichem Futter 0,1519 gr und in einem 2. Versuche 0,1518 gr Phenol aus. Wir haben 7 Monate später von Neuem die Menge des nach Eingabe von 1 gr Benzol von diesem Hunde gebildeten Phenols bestimmt. In den ersten 24 Stunden schied der Hund hierauf 0,1360 gr Phenol aus; in den folgenden 24 Stunden 0,0172 und in weiteren 24 Stunden 0,0063 gr, also im Ganzen 0,1595 gr Phenol; demnach fast absolut die gleiche Menge wie in den mehr als vor einem halben Jahre ausgeführten Bestimmungen von M. Nencki und N. Sieber. 3 Tage später erhielt der Hund um 9 Uhr morgens 1 gr Benzol und gleichzeitig 9 gr mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnten absoluten Alcohol unter die Haut injicirt. Um 12 Uhr mittags trank der Hund noch 10 gr absoluten Alcohol in 200 ccm Milch gelöst aus, so dass er im Ganzen 19 gr alcohol. absolut. innerhalb 3 Stunden erhielt, also fast 2 gr per Kilo seines Körpergewichtes. Das Thier zeigte entschiedene Depression; stierer Blick, Benommenheit, Schwäche der Hinterbeine, so dass er, im Zimmer umhergeführt, wie ein Betrunkener taumelte, und Schlafsucht. Am anderen Tage erholte sich der Hund ziemlich vollständig. Die in den ersten 9 Stunden ausgeschiedene Phenolmenge betrug 0,0165 gr, die in den folgen-

den 15 Stunden 0,038 gr, in den folgenden 24 Stunden 0,0132 gr und am 3. Tage noch 0,0095. Der spätere Harn war phenolfrei. Im Ganzen also nur 0,0772 gr, somit wurde der Grad der Oxydation in Folge des Alcohols genau auf die Hälfte herabgesetzt.

Die verminderte Oxydation des Benzols beim Hunde unter dem Einflusse von Alcohol zeigt folgende Zusammenstellung:

Phenol nach 1,0 gr Benzol.

	normal. gr	Nach 2 gr Alkohol per Kilo Körpergewicht. gr
In den ersten 24 St.	0,1360	0,0545
In den folgd. 24 St.	0,0172	0,0132
Am 3. Tage	0,0063	0,0095
Total	0,1595	0,0772

Es war nun von Interesse zu erfahren, wie bei dieser auf die Hälfte verminderten Oxydationsfähigkeit des Organismus gegenüber dem Benzol und jedenfalls auch gegenüber allen anderen nur durch atomistischen Sauerstoff verbrennbaren Bestandtheilen des Zellinhalts sich die Eiweisszersetzung resp. die Harnstoffausscheidung gestalten werde. Wir haben deshalb den Versuch in der Art wiederholt, dass der Hund zunächst in Stickstoffgleichgewichtszustand gebracht wurde, indem er längere Zeit hindurch täglich 250 gr von Fett und Bindegewebe herauspräparirtes und genau abgewogenes Ochsenfleisch, dazu noch 200 ccm Milch erhielt. Während dieser Versuchsperiode, die 19 Tage lang dauerte, nahm der Hund an Körpergewicht noch etwas zu, denn sein ursprüngliches Gewicht = 10,46 kg stieg am Ende des Versuches auf 10,93 kg an. Nach 9tägigem, derartig gleichmässigem Futter, als der täglich ausgeschiedene Harnstoff nur um etwa ein halbes Gramm schwankte, erhielt der Hund morgens 9 Uhr 1,0 gr Benzol und 5 Minuten später 8 gr absoluten Alcohols mit dem gleichen Volumen Wasser unter die Haut injicirt. Um 11 Uhr trank der Hund mit seiner Milch noch 12 gr absoluten Alkohol aus. Auch jetzt traten vorwiegend Depressionserscheinungen in den Vordergrund: Benommenheit, Lähmung der Extremitäten, so dass der Hund eine Zeit lang gar nicht auf den Beinen stehen konnte, und Schlafsucht. Glücklicherweise trat kein Erbrechen ein. Die Temperatur des Thieres, die im Laufe des ersten Tages um etwa 1° gefallen war, stieg am 2. Tage über das Normale und der Hund fieberte. Am dritten Tage war die Temperatur wiederum normal und das Thier vollkommen erholt. Die Mengen des ausgeschiedenen Harnstoffes, des Phenols und die Temperaturschwankungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Versuchstag.	Harnmenge ccm	Harnstoff in gr	Phenol in gr	Bemerkungen.
1	181	16,62	—	Im Mittel an d. 3 Tagen vor Benzol- u. Alkoholeing. 16,28 gr Harnstoff.
2	170	16,42	—	
3	176	15,30	—	
Eingabe von 1,0 gr Benzol u. 20,0 gr Alkohol.				Im Mittel an den 3 Benzol- u. Alkoholtagen 15,74 gr Harnstoff.
4	197	15,53	0,0015 in den ersten 9 St. 0,0172 in den folg. 15 St.	
5	271	19,70	0,0544	
6	250	12,09	—	
7	270	15,83	—	Im Mittel an den 3 Benzol- u. Alkoholtagen 16,58 gr Harnstoff.
8	290	16,48	—	
9	192	17,38	—	

0,0731 gr Phenol nach 1,0 gr Benzol.

Am Morgen des Tages vor Benzolinjection war die Temperatur des Hundes = 38,6⁰. Eine halbe Stunde nach Benzol- und Alcoholinjection 38,7⁰. 6 Stunden später 37,8⁰. Abends 6 Uhr 37,7⁰. Am Morgen des 5. Versuchstages 38,1⁰. 12 Uhr Mittags 38,9⁰. 6 Uhr Abends 39,4⁰. Am 6. Versuchstage Morgens war die Temperatur = 38,4⁰ und der Hund erholt.

Ueberblickt man die erhaltenen Zahlen, so zeigt sich zunächst, dass die Menge des ausgeschiedenen Phenols fast genau die gleiche ist als im vorigen Versuche und also ebenfalls um die Hälfte gegen die im gesunden Zustande gebildete vermindert. An dem Tage, wo der Hund Benzol und Alcohol erhielt, ist die Harnstoffausscheidung genau die gleiche wie am vorherigen — 15,5 gr gegen 15,3 gr. — Ein Einfluss des Alcohols auf die Eiweisszersetzung ist hier nicht zu finden. Erst am 2. Tage nach Alcohol finden wir eine erhebliche Harnstoffzunahme, dafür aber am 3. Tage einen ebenso grossen Abfall, so dass das Mittel aus diesen zwei Tagen genau die normale Quantität = 15,89 gr beträgt. Berücksichtigt man jedoch, dass das Mittel aus den drei Tagen vor der Alcoholeingabe 16,28 gr, das Mittel an den drei Alcoholtagen 15,74 gr und den darauf folgenden drei Tagen 16,58 gr ist und ferner, dass die Harnstoffausscheidung überhaupt ein wenig zunehmend ist, so kann man immerhin einen Einfluss des Alcohols auf die Harnstoffausscheidung im Sinne einer Verminderung herausfinden. — *Dieser Versuch zeigt aber deutlich, um wie viel vollkommener und empfindlicher der Einfluss einer toxisch wirkenden Substanz durch die Bestimmung des*

im Organismus disponiblen atomistischen Sauerstoffs, als durch die Bestimmung stickstoffhaltiger Ausscheidungsprodukte ermittelt werden kann. Wir werden übrigens weiter unten zeigen, dass in gewissen Fällen, wo die Stickstoffausscheidung bedeutend erhöht ist, die Oxydationen im Organismus bis auf ein Minimum herabgedrückt sind und dass folglich dann die vermehrte Harnstoffausscheidung am allerwenigsten als Zeichen erhöhten Stoffwechsels aufzufassen ist.

Wenige Tage nach Beendigung dieses Versuches wurde bei dem Hunde von Neuem die nach 1.0 gr Benzol normal ausgeschiedene Phenolmenge bestimmt. Der Hund schied jetzt im Ganzen etwas mehr Phenol, nämlich 0,1696 gr aus. Zwei Tage darauf wurde ihm 1,0 gr Benzol injicirt und mit seiner Milch erhielt er 0,03 gr salzsaures Morphin. Die Vergiftungserscheinungen manifestirten sich im allgemeinen Zittern, Lähmung der Extremitäten und Schläfrigkeit. Die Körpertemperatur wurde etwas erniedrigt. Vor der Eingabe des Morphiums = 38,6⁰, eine halbe Stunde später 38,2⁰, $1^1/_2$ Stunden später 38,0⁰ und $5^1/_2$ Stunden später 38,0⁰; es traten weder Durchfälle noch Erbrechen ein. Abends 6 Uhr erhielt das Thier 0,01 gr des Morphiumsalzes subcutan. Am anderen Tage morgens war die Temperatur des Thieres = 39,7⁰ und der Hund hatte etwas schleimige Masse .erbrochen. Gegen Abend des gleichen Tages erholte er sich sichtlich und war am dritten Tage vollkommen wohl. Das Phenol wurde innerhalb 48 Stunden vollständig ausgeschieden und dessen Menge im Vergleich zu dem normalen merklich erhöht — 0,2228 gr. — Einige Tage später wollten wir den Versuch wiederholen. Der Hund erhielt 1,0 gr Benzol und hierauf 0,04 gr salzsaures Morphin subcutan injicirt. Kurze Zeit darauf stellten sich ein: heftiges und wiederholtes Erbrechen, Durchfälle, allgemeines Zittern des Körpers, Lähmung der Extremitäten und grosse Schwäche. Gegen Abend entleerte der Hund, der an heftigen Durchfällen litt, auch seinen Harn, so dass dieser Versuch misslungen war. Wir haben ihn daher erst 10 Tage später, als das Thier sich vollkommen erholt hatte, mit einer kleineren Morphiumdose wiederholt. Nachdem morgens 9 Uhr die Temperatur des Thieres gemessen wurde, erhielt er 1,0 gr Benzol und hierauf 0,03 gr salzsaures Morphin, beides subcutan. Die Vergiftungssymptome waren ebenso heftig wie in dem misslungenen Versuche — allgemeines Zittern, grosse Muskelschwäche, Durchfall und zwei Tage lang währendes häufiges Erbrechen — auch jetzt wurde die Körpertemperatur in Folge des Morphiums herabgesetzt. Vor der Injection = 38,9⁰ fiel sie $^1/_2$ Stunde später auf 38,5⁰, 8 Stunden später auf 37,6⁰. Am anderen Morgen 38,6⁰. Glücklicher Weise ist kein Tropfen des Harns verloren gegangen. Den ersten erhielten wir erst nach 30 Stunden und darin 0,1779 gr Phenol. Der Harn von den folgenden 18 Stunden enthielt noch 0,0352 gr, der spätere enthielt nicht mehr wägbare Spuren von Phenol. Der Einfluss des Morphiums auf die Oxydation des Benzol veranschaulicht die folgende Tabelle.

Phenol nach 1,0 gr Benzol.

Normal.		nach 0,04 gr salzsauren Morphium.		nach 0,08 gr salzsauren Morphium.	
in den ersten 24 Stunden	0,0565 gr	in den ersten 24 Stunden	0,1846 gr	in den ersten 30 Stunden	0,1779 gr
in den folgd. 60 Stunden	0,1131 „	in den folgd. 24 Stunden	0,0382 „	in den folgd. 18 Stunden	0,0352 „
Total	0,1696 „	Total	0,2228 „	Total	0,2131 „

Wir haben schliesslich auch am Menschen einen Versuch angestellt. aus welchem in ausgezeichneter Weise die Verminderung des im Organismus disponiblen Sauerstoffes in Folge des Alcohols hervorgeht. Herr Dr. S., 27 Jahre alt, von mittlerem Körperbau, 71,2 kg schwer, und an alcoholische Getränke nicht gewöhnt, hatte die Freundlichkeit an sich selbst folgenden Versuch zu machen. Nachdem constatirt wurde, dass sein Harn normalerweise kein Phenol enthielt, nahm er genau 2,0 gr Benzol in Gelatine-Capseln zu sich. Der hierauf in den ersten 9 Stunden entleerte Harn enthielt 0,4745 gr Phenol, der in den folgenden 15 Stunden 0,2508 gr, der in den nächsten 24 Stunden 0,0604 gr und der vom 3. Tage 0,0348 gr. Im Ganzen wurden nach 2,0 gr Benzole 0,8205 gr Phenol ausgeschieden. Während der Zeit nahm er keine alcoholischen Getränke zu sich. 5 Tage später nahm er wiederum 2,0 gr Benzol ein und hierauf 150 gr alcohol. absolut. in Form von Cognac in drei gleichen Dosen innerhalb 6 Stunden, also etwas mehr als 2,0 gr per Kilo Körpergewicht. Der Effekt dieser Alcoholdose auf unsere Versuchsperson kann kurz als „Rausch mittleren Grades“ bezeichnet werden, der mit einem $1^1/_2$ stündigen Schlaf und etwas Kopfschmerzen endigte. Die Temperatur vor der Alcoholeinnahme war = 37,4°. Eine Stunde später 36,5°, 3 Stunden später 36,3°, 7 Stunden später 36,7°. Am nächsten Morgen war die Temperatur normal und Dr. S. ganz wohl. Die Phenolausscheidung unter dem Einflusse des Alcohols im Vergleich zu der normalen zeigte folgende Zusammenstellung:

Phenol nach 2,0 gr Benzol.

	Normal. gr	Nach 2,0 gr Alkohol per Kilo Körpergewicht. gr
In den ersten 9 St.	0,4745	0,0761
„ „ folgd. 15 „	0,2508	0,1667
„ „ 2. 24 „	0,0604	0,0565
„ „ 3. 23 „	0,0348	0,0308
Total	0,8205	0,3301

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, ist nach Einnahme von Alcohol in diesem Falle die Menge des zur Verbrennung anderer Bestandtheile der Zellen disponiblen atomistischen Sauerstoffs um das 2,6 fache vermindert und die grösste Verminderung findet unmittelbar nach Einnahme von Alcohol statt, da schon in den nächsten 24 Stunden, sowie am dritten Tage die Mengen des ausgeschiedenen Phenols nahezu die gleichen wie normal sind. Eine so normalerweise starke Abnahme des atomistischen Sauerstoffs in den Geweben wird unter den untersuchten pathologischen Fällen[1]) beim Menschen nur durch die bei Leukämie übertroffen, allerdings ist sie hier sehr rasch vorübergehend.

Aus allen unseren Versuchen geht hervor, dass je nach der Thierspecies, Individualität und den Alcoholdosen die oxydirte Menge der nur durch atomistischen Sauerstoff in den Geweben verbrennbaren Substanzen, in Folge von Alcohol um 50—75% verringert werden kann. Wir glauben nicht zu irren, wenn wir behaupten, dass diese Verminderung in erster Linie die Fette, sodann aber auch die Kohlehydrate resp. ihre Spaltungsprodukte trifft. Nach den Versuchen von Nencki und Sieber werden Fettsäuren in alkalischer Lösung bei der Bruttemperatur durch molekularen Sauerstoff fast gar nicht, Dextrose nur unvollständig oxydirt; aber auch die Eiweisszersetzung wird, wenn nicht immer und nicht in gleich hohem Grade durch Alcoholgenuss herabgesetzt. Dies geht namentlich aus den Versuchen von L. Riess hervor. Dass grosse Alcoholdosen sowohl die Kohlensäure als auch die Stickstoffausscheidung erhöhen ist nach unserer Ansicht nicht

1) Vgl. Nencki u. Sieber, l. c. p. 354.

die Folge einer gesteigerten Oxydation, sondern eher eines ganz entgegengesetzten Prozesses. Nach den Versuchen von Nencki und Sieber oxydiren mit Phosphor vergiftete Thiere nahezu gar kein Benzol mehr, während nach den übereinstimmenden Angaben von Storch[1]), Bauer[2]), Cazeneuve[3]), sowie Fraenkel und F. Röhmann[4]) die Stickstoff- resp. Harnstoffausscheidung dabei merklich vermehrt ist. Ebenso gelangte Fraenkel[5]) auf Grund seiner Untersuchung zu dem Resultat, dass überall da, wo die Bedingungen für eine ungenügende Sauerstoffzufuhr zu den Geweben gegeben sind, wie z. B. bei künstlicher Verengung der Respirationswege, die Eiweisszersetzung im thierischen Organismus eine Steigerung erfährt. Wir haben den Versuch Fraenkel's wiederholt und, wie zu erwarten war, gefunden, dass bei künstlicher Behinderung der Respiration die Oxydation des Benzols im Organismus bis auf $^1/_3$ des Normalen herabgedrückt wird. Das Kaninchen, 2580 gr schwer, das uns zu den Versuchen mit Alcohol diente und das normalerweise in 2 Bestimmungen nach 1,0 gr Benzol 0,284 und 0,248 gr Phenol ausgeschieden hatte, erhielt Morgens 9 Uhr 1,0 gr Benzol, worauf ihm durch mechanische Compression der Trachea bis zu heftiger Dyspnoe während der 9 Tagesstunden die Respiration behindert wurde. Der in den ersten 24 Stunden erhaltene Harn enthielt 0,0688 gr, der am folgenden Tage erhaltene 0,0077 gr Phenol, der spätere Harn war phenolfrei. Im Ganzen also nach 1,0 gr Benzol nur 0,0765 gr Phenol.

Die vermehrte Harnstoffausscheidung bei verhinderter Respiration nach Phosphorvergiftung und jedenfalls auch nach grossen Alcoholdosen ist nicht etwa Folge gesteigerter Oxydation, denn wie unsere Versuche zeigen wird in solchen Fällen die Oxydation des Benzols sehr herabgesetzt, sondern sie ist höchst wahrscheinlich die Folge des Absterbens des protoplasmatischen Eiweisses. Die Wirkung des Alcohols ist hier dieselbe wie die des Aethers oder Chloroforms, welche Trübungen und Gerinnungen in dem Protoplasma der Gewebe hervorrufen. Aus Obigem ist auch

1) Den acute Phosphorforvergiftning etc. Kopenhagen 1865.
2) Maly's Jahresbericht, Bd. 1, p. 280.
3) Ibid. Bd. 9, p. 147.
4) Ibid. Bd. 10, p. 423.
5) Ibid. Bd. 6, p. 245, Bd. 7, p. 249.

ersichtlich, dass in solchen Fällen die gesteigerte Harnstoffausscheidung durchaus nicht als Maass intensiverer Oxydation angesehen werden kann.

Die stark herabgesetzte Oxydation des Benzols im Organismus schon nach mässigen Alcoholdosen ist das Resultat von mindestens zwei verschiedenen Vorgängen. Die eine Wirkung des Alcohols ist ähnlich wie die des Aethers eine, die normalen Vorgänge im Protoplasma hemmende, resp. die Erregbarkeit desselben direct lähmende. So beobachtete z. B. S. Danio[1]), dass bei Hunden, die durch Verletzung der Hirnrinde künstlich epileptisch gemacht wurden, die epileptischen Anfälle sofort aufhörten, als man ihnen 1—2 gr Alcohol per Kilo Körpergewicht in 45 % Lösung in die Blutbahn injicirte. Die zweite Ursache der die Oxydation des Benzols herabsetzenden Wirkung des Alcohols liegt darin, dass Alcohol selbst in den Geweben verbrannt wird[2]) und folglich proportional zu dessen aufgenommener Menge entsprechend viel des in den Geweben entstandenen atomistischen Sauerstoffs absorbirt, wodurch natürlich weniger davon zur Verbrennung anderer, im Zellinhalt befindlicher Materien disponibel wird. In diesem Sinne ist Alcohol ein Nahrungsstoff und so erklärt sich die bedeutende Fettansammlung bei den Potatoren trotz bestehenden Appetit-Mangels und Katarrhs in den Verdauungswegen.

Morphium in den von uns angewandten Dosen erhöht die Oxydation in den Geweben. Diese Thatsache ist in Uebereinstimmung mit der Beobachtung von C. A. Ewald[3]), welcher fand, dass Hunde, welche in starker Morphiumnarkose sich befinden, einen bis auf die Hälfte verringerten Sauerstoffgehalt des Blutes haben, während der Kohlensäuregehalt unverändert oder sogar etwas gesteigert ist. Es scheint uns jedoch zweckmässiger, erst dann auf diese interessante Thatsache näher einzugehen, wenn der Einfluss auch anderer Alkaloide, sowie giftig resp. sauerstoffverdrängend wirkender Gase auf den Verlauf der Oxydation in den Geweben erforscht sein wird.

---

1) Compt. rend. T. 94, p. 1437.

2) Durch wiederholte fractionirte Destillation konnten wir aus dem Harne unserer Versuchsperson und des Hundes mittelst Pottasche keinen Alcohol abscheiden, wohl aber waren Spuren davon durch die Jodoformreaction nachweisbar.

3) Archiv für Anat. u. Physiol. Bd. 3. 1876.

Nachschrift.

Erst nach Absendung unserer Arbeit zum Drucke (im September 1883) sind uns die im Bande 32 dieses Archiv's veröffentlichten Arbeiten von Dr. Guido Bodländer: „Ueber die Ausscheidung aufgenommenen Weingeistes aus dem Körper“, sowie die von J. Wolfers: „Ueber den Einfluss des Alcohols auf den thierischen Organismus“, zugekommen. Der Ausspruch Wolfers „es sei unrichtig, dem Alcohol eine die Oxydationsprozesse herabsetzende Kraft zuzuschreiben“ ist nach unserer Ansicht nicht zutreffend. Denn zweifellos werden durch die Anhäufung des Alcohols in den Geweben und den zur Oxydation desselben nöthigen Sauerstoffverbrauch die anderen normalen Bestandtheile der Zellen, die sonst der Oxydation unterliegen, nicht verbrannt. Wolfers findet selbst, dass nach grossen Alcoholdosen, welche eine deutliche Narkose des Thieres zur Folge haben, eine Verminderung des Sauerstoffverbrauches stattfindet. Auch die Art wie der Alcohol dem Organismus einverleibt wird, scheint nach den Versuchen Wolfers, was er übrigens nicht berücksichtigt, den respiratorischen Gaswechsel zu beeinflussen. So finden wir in seiner Tabelle S. 276, dass überall da, wo Alcohol nicht in die Vene, sondern in den Magen injicirt wurde, die Kohlensäureausscheidung während und nach der Injection vermindert ist, was jedenfalls nicht zu Gunsten einer gesteigerten Oxydation spricht.

Ein neuer Versuch an der erregbaren Zone der Hirnrinde.

Von

M. Schiff

in Genf.

In No. 18 von Mendels neurolog. Centralblatt befindet sich eine Mittheilung von Bechterew über die Lokalisation der Hautsensibilität in den Grosshirnhemisphären.

Der Verf. sagt (l. c. pg. 410), dass nach Läsionen, welche nicht die Grenzen der erregbaren Zone an der Hemisphärenoberfläche in der Richtung nach dem Scheitel überschritten, er sich kein einziges Mal von dem Bestehen irgend welcher Sensibilitätsstörungen überzeugen konnte.

Zwar gibt er zu, dass die pathischen Extremitäten auf viele der Reize, welche ich als taktile angesprochen, nicht die normalen Reaktionsbewegungen zeigen, dass die Extremität die verschiedensten unbequemen und ungewöhnten Stellungen, in der man sie künstlich versetzt, so lange beibehält als das Thier sich nicht fortbewegen will. Aber nach seiner Meinung liegt hierin noch kein Beweis, dass das Thier seine Tastempfindungen verloren. Es sei nämlich die Erklärung aufzustellen, das Thier bewege deshalb die Extremität nicht, weil es deren willkührliche Bewegungsfähigkeit verloren. Es unterlasse die Reaktion aus demselben Grunde, aus welchem der Hund nicht im Stande ist, auf Verlangen die Pfote zu reichen.

Der Verfasser behauptet nun, dass diese letztere Erklärung anzunehmen sei, weil er beweisen könne, dass die Thiere mit den affizirten Extremitäten noch „fühlen".

Offenbar meint der Verfasser, nach dem Zusammenhang zu schliessen, dass sie noch Tasteindrücke fühlen. Wie er dies aber beweisen will ist aus der Mittheilung nicht recht klar und wir müssen den ausführlichen Aufsatz abwarten um den Werth seiner Beweise und die Bedeutung seiner übrigen Sätze beurtheilen zu können.

Da wir die Empfindungen unserer Versuchsthiere und sogar unserer Mitmenschen nur aus lokalisirten oder verallgemeinerten Bewegungen erschliessen, so wird es in vielen Fällen schwierig, ja vorläufig unmöglich, mit Bestimmtheit einen Empfindungsmangel nachzuweisen, da, wo ein — gegründeter oder ungegründeter — Verdacht einer Bewegungslähmung besteht.

Dennoch glauben wir ohne allen Rückhalt den Satz festhalten zu müssen, dass alle sogen. Ausfallserscheinungen nach Verletzung der erregbaren Hirntheile sich auf die Sphäre der Empfindung (beim Hunde und den Hausthieren im Allgemeinen) beschränken. Denn

1) Ist durchaus kein Grund vorhanden irgend eine Bewegungslähmung anzunehmen. Es ist schon bis zum Ueberdruss wieder-

holt worden, dass nach vollständiger Entfernung der erregbaren Zone noch alle Bewegungen möglich sind und mit Leichtigkeit ausgeführt werden können. Nur bestimmte Veranlassungen zur Bewegung verlieren ihre normale Wirkung. Am besten erläutert dies der Versuch am Affen, den ich dieses Arch. Bd. 30 pg. 225 besprochen und in ähnlicher Weise kann sich jeder leicht überzeugen, dass viele Versuchsthiere, die beim Erklimmen einer steilen Anhöhe oder beim Klettern den Vorderfuss leicht und schnell nach vorn und oben werfen, dies nicht mehr thun können, wenn es gilt einen Bissen zu ergreifen oder festzuhalten. Viele operirte Hunde können die Vorderfüsse nicht mehr zum Schwimmen brauchen, machen aber kräftige Schwimmbewegungen mit denselben, wenn man sie frei in der Luft aufhängt[1]). Wo, wie hier, der Bewegungsmechanismus kräftig und vollkommen erhalten ist und einer bestimmten Reihe von Anregungen noch Folge leistet, hingegen nicht bethätigt wird durch alle Anregungen, welche eine subjective oder objective Tastempfindung voraussetzen, und wo andere Abweichungen nicht beobachtet werden können, dürfen wir den Mangel nicht in der Bewegung suchen. Wir müssen vielmehr annehmen, dass entweder die Anregung d. h. die Empfindung, deren Aeusserung fehlt, nicht stattgefunden, oder dass der Empfindung zwar vorhanden war, dass aber die Bahnen unterbrochen sind, durch welche sie auf den Bewegungsmechanismus einwirkt. Wie in vielen Fällen von Hirnverletzungen diese Alternative zu entscheiden ist, habe ich in einer anderen Arbeit gezeigt.

2) Kann nicht, wie Bechterew glaubte, die Ursache der mangelnden Reaktion auf Tasteindrücke dieselbe sein wie die, welche es bedingt, dass der Hund seine Pfote verweigert, denn ich habe öfters gesehen, dass in späterer Zeit nach der Verletzung die Pfote wieder gereicht und sogar als Hand gebraucht werden konnte, aber stets war dauernd und bis zum Tode die mangelnde Reaktion auf Tasteindrücke in den an der bezeichneten Stelle operirten Thieren vorhanden.

Wenn alle Symptome, aus denen man auf eine „Lähmung" schliesst, sich wie in diesen Fällen nur auf diejenigen Erscheinun-

---

1) Bianchi in Neapel stellt die Existenz dieser Bewegungen aufgehängter Hunde, denen die sog. motorische Zone zerstört worden, mit Unrecht für alle Fälle in Abrede.

gen beschränken, welche durch die Lähmung erklärt werden sollen, so ist die Erklärung nichts mehr als ein circulus vitiosus.

Bisher ist auf kritischem Wege gezeigt worden, dass wir nicht berechtigt sind, die Thatsachen durch die Annahme irgend einer Art von Lähmung zu erklären. Unsere Kritik stützte sich auf die Beobachtung. Da es aber denkbar ist, dass die Beobachtung bisher noch lückenhaft sei, und dass vielleicht doch noch später bei den operirten Thieren Erscheinungen paralytischen Charakters enthüllt würden, so ist es von höchstem Interesse nachzuweisen, dass wenn auch faktisch eine „contralaterale" Lähmung bestände, sie ohne Zuhülfenahme einer taktilen Anästhesie doch nicht genügte, die vorhandenen Beobachtungen zu erklären. Damit hätten wir unsere Aufgabe vorläufig gelöst und die Theorie von Bechterew vollständig zurückgewiesen.

Nach einigem Nachdenken schien es mir, dass die von Freund Luchsinger an enthaupteten Thieren so lange studirten sogen. gekreuzten Reflexe dazu dienen könnten, diese auf den ersten Blick etwas schwierige Aufgabe zu lösen. Man muss natürlich Thiere aufsuchen, bei welchen diese Reflexe ohne Enthauptung im Hirn hervortreten und durch ganz leichte Tastempfindungen anzuregen sind. Ich wusste aus früheren Untersuchungen, dass kleinere Hunde mit sehr langen abstehenden Haaren an den Füssen sehr oft dieser Forderung entsprechen, und ich habe solche schon früher zu wiederholten Malen zu Versuchen über die Sensibilität nach Hirnverletzungen und über den Einfluss der sogen. ästhesiogenen Mittel auf die Reflexe benutzt[1]. Es gelang mir wieder einen solchen Hund zu erwerben. Derselbe wurde frei auf den Tisch gelegt und zunächst vollkommen beruhigt. Zupfen an den Haaren des Fusses, die, um schmerzhaftes Ziehen zu vermeiden, nur ganz locker angefasst werden, oder plötzliches leichtes Berühren der Zehen erzeugt:

Vom rechten Vorderfusse aus immer Zucken an dem linken Vorderfusse, gewöhnlich Strecken, manchmal auch Beugen.

1) Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass einige deutsche Berichterstatter diese Versuche falsch aufgefasst, wenn sie angeben, dass durchströmte Solenoide die zerstörte Tastempfindung wieder hergestellt. Nur die reflektorischen Zeichen der Sensibilität konnte ich beim liegenden Thiere hervorrufen, aber sobald es auf die Füsse gestellt worden, sah man, dass das Gefühl nicht bis zur Vorstellung gedrungen war.

Dieses Zucken ist sehr oft, aber nicht immer, begleitet von gleichzeitiger sehr leichter Bewegung am gereizten Vorderfusse. Ist der Reiz etwas stärker, so bewegt sich auch der rechte Hinterfuss.

Vom linken Vorderfusse aus bewegt sich immer der rechte Vorderfuss, meistens auch der rechte Hinterfuss und bei noch etwas stärkerem Reize zucken die vier Füsse.

Vom linken Hinterfusse aus zuckt immer der rechte Vorder- und Hinterfuss und sehr oft auch der direkt gereizte Fuss.

Vom rechten Hinterfuss aus zucken in analoger Weise die beiden Füsse der linken Seite und manchmal alle vier Füsse.

Der Hund wird unverletzt acht Tage im Laboratorium gehalten und täglich ein oder zwei Mal auf die angegebenen Reaktionen hin untersucht. Dieselben zeigen sich constant.

Jetzt wird ihm der rechte sulcus cruciatus blosgelegt und die ganze vor ihm gelegene Windung des Girus sigmoides und die hinter letzterem befindliche Hirnsubstanz noch in der Breite von etwa 5 Millimeter entfernt. Sehr geringe Blutung, das Thier lief schon sogleich nach dem Erwachen aus dem Aetherrausche munter umher. Allerdings wurden die Finger der beiden linken Extremitäten anfangs häufig mit der Rückenfläche aufgesetzt. Die Heilung ging sehr gut von Statten. Die häufige Wiederholung des erwähnten Versuchs an den Zehen in den der Operation folgenden zwei Monaten ergab:

Von den linken Zehen aus gar keine Reaktion, weder rechts noch links.

Von den rechten Zehen aus, die Reaktion ganz wie vor der Operation, also in jedem Falle Zucken in den linken (der Hirnverletzung kontralateralen) Füssen, manchmal — und viel häufiger als vor der Operation — begleitet von den oben angegebenen Zuckungen in den Füssen der rechten Seite.

Und so erhielten sich die Reaktionen auch, als der Hund den linken Vorderfuss schon wieder nach Art einer Hand gebrauchte.

Was hier fehlt, das Zeichen der Tastempfindung von den linken Zehen, kann durchaus nicht mit einer Bewegungshemmung verwechselt werden, auch wenn eine solche wirklich bestände. Dieselbe müsste sich, gemäss der von mir bekämpften Lehre, hier in den linken Extremitäten lokalisiren, die Bewegung bleibt aber aus in den Extremitäten der rechten Seite. Sie bleibt aber nur dann aus — und es ist wichtig dies hervorzuheben —

wenn die anästhetische Seite gereizt wird. Diese Bewegung kann sich aber einstellen, wenn die Zehen auf der Seite der Verletzung angeregt werden, also bei einem, im vorliegenden Falle relativ weniger mächtigen Reize, der aber wirklich empfunden wird.

Dass die Hirnoperation aber auf der contralateralen unempfindlichen Seite nicht direkt die Abwehrbewegungen auf schwache Hautreize hindert, dass sie dieselben bestehen lässt in den ersten Tagen nach der Operation wie in einer späteren Periode, geht ebenfalls aus diesem Versuche hervor. Die linken Extremitäten zuckten nach denselben schwachen Reizen der rechten Seite, welche sie auch vor der Verletzung in Zuckungen versetzten.

Das Vorstehende genüge. Ich verfüge zwar noch über Versuchsreihen, welche für die Empfindung des Kopfes und der Körperseiten an Hunden und einem Affen wesentlich dasselbe beweisen, d. h. dass die Reaktion in nicht affizirten Theilen ausbleibt, wenn die Erregung auf eine Stelle der andern Seite wirkt, die vom Hirn aus des Tastgefühles beraubt ist. Es scheint mir aber überflüssig, jetzt noch einförmige Versuchsberichte zu häufen.

Zu Herrn Bechterew hege ich aber das feste Vertrauen, dass er sich durch fortgesetzte Studien überzeugen wird, dass die von ihm in Mendels Centralblatt angedeutete Theorie der Vertheilung der funktionellen Centren in dem Vorderhirn in allen ihren Einzelnheiten nicht haltbar ist und einer vollständigen Umgestaltung bedarf.

Es gibt übrigens vielleicht noch einen andern Ausweg, um zwischen Bechterew's und meinen Ansichten zu entscheiden, und der von unserer Deutung der beim lebenden Thier zu beobachtenden Erscheinungen unabhängig ist. Ich meine die Verhältnisse der sekundären Degeneration. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass die absteigende Degeneration im Rückenmarke, wie ich dies früher entwickelt habe, nur der Verletzung der Fasern ihren Ursprung verdankt, welche in centrifugaler Richtung vom cerebralen Reflexbogen als kinesodische nach dem Marke hin verlaufen. Herrschen nun innerhalb des erregbaren Hirngebietes nach der Stirne zu die empfindenden Elemente vor und nach dem Scheitel zu die centrifugalen, so wird man, wenn man bei drei Thieren kleine Stücke der erregbaren Zone und ihrer nächsten Nachbarschaft vorn, hinten und in der Mitte ausschneidet, eine ganz verschiedene Verbreitung der sekundären Degeneration im Rückenmarke beobachten können.

Ist die Meinung von Bechterew richtig, dass die empfindende erst hinter der erregbaren Zone liege, so wird das Thier mit der hintersten Verletzung eine schwächere sekundäre Alteration zeigen, und die den vorderen Theil des Gyrus sigmoides enthaltende wird die ausgedehnteste sein. Ist meine Ansicht richtig, so wird gerade das Gegentheil eintreten.

Bechterew, der offenbar keinen Mangel an Versuchsthieren hat, mache einmal diesen Trippelversuch und, welches auch die Deutung desselben sei, er dürfte erstaunt sein über den Unterschied, den die Degeneration bei diesen Thieren zeigt, die während des Lebens wesentlich dieselben Symptome dargeboten. Absolut allerdings wird die Differenz nicht ausfallen, denn, wie ich es in meinem Schema angedeutet, vereinzelte centrifugale Elemente finden sich schon in den fast rein empfindlichen Theilen der erregbaren Zone, aber doch gross genug mag der Unterschied sein, um vielleicht zu erklären, warum ein gewissenhafter Forscher wie Binswanger nach Läsionen der erregbaren Zone einige Male die sekundäre Degeneration fast ganz vermissen konnte.

Affen sind übrigens zu solchen Versuchen viel geeigneter als Hunde, weil der vordere Theil der erregbaren Zone breiter ist und freier daliegt. Der Versuch wird bei Hunden sehr erleichtert, wenn man, was hier keinen Nachtheil bringt, darauf verzichtet, den sogen. Gesichtsantheil der erregbaren Zone mit zu verletzen. Man darf sich aber nach hinten zu nicht zu weit von der erregbaren Zone entfernen, weil man sonst in andere Regionen gelangt, die nach meiner Ansicht nicht mehr direkt mit dem Rückenmark in Zusammenhang stehen. Aber auch hier ist der Uebergang kein plötzlicher, sondern so, dass man sich vorstellen muss, dass zwischen den Ausstrahlungen der einen Art sich noch nach hinten immer mehr vereinzelte Faserbündel der andern eindrängen.

Je oberflächlicher die Rindenverletzungen bei diesen Versuchen gehalten werden, um so charakteristischer werden sie natürlich ausfallen.

Es ist klar, dass man bei diesem Versuche nur das mikroskopische Bild berücksichtigen darf, denn der mit blossem Auge erkennbare Degenerationsfleck dürfte, was wenigstens seine Ausbreitung betrifft, keine genügenden Unterschiede liefern, und die Intensität des Fleckes ist zu sehr der subjektiven Auffassung anheimgestellt.

(Electrotherap. Ambul. d. med. Klinik zu Bonn.)

Ueber die Einwirkung der Narcotica auf den Raumsinn der Haut.

Von

Cand. med. **F. Kremer.**

Wenige Gruppen von Arzneimitteln haben in der ärztlichen Praxis eine so ausgedehnte Verwendung gefunden wie die Narcotica. Die rasche Linderung schmerzhafter Affectionen, die Beseitigung von Reizen, mit deren Entfernung eine Ausheilung mancher Leiden verbunden ist, sowie die allmählich eingetretene Unentbehrlichkeit bei unheilbaren Krankheiten haben ihrer Anwendung ein weites Feld zu Theil werden lassen, ja der fortgesetzte Gebrauch einzelner Narcotica nach Beendigung des Grundleidens hat selbst wieder pathologische Zustände hervorgerufen, die wir mit Recht zu den Krankheitsbildern unserer modernen Cultur zählen können. Dass trotz dieser reichen Verwendung unsere physiologischen Kenntnisse über die Wirkung derselben noch vielfach lückenhaft sind, unterliegt keinem Zweifel.

Allerdings hat ihre hervorragende Einwirkung auf das Central-Nervensystem das Studium der äussern Erscheinungen der Narcose von jeher wachgerufen. Die Veränderungen und Umsetzungen, die in den Centralorganen entstehen, sind indessen zum grossen Theil noch unbekannt. Dass den Narcoticis eine bedeutende Einwirkung auf die Centren des Nervensystems, auf die Ganglienzellen zukommt, ist allerdings durch die Versuche von Prof. Binz erwiesen, der bei Einwirkung einiger Narcotica auf die graue Substanz des Gehirns Veränderungen der Ganglienzellen constatiren konnte, die an Gerinnungsvorgänge erinnerten, Veränderungen, die sich bei andern Flüssigkeiten so wie in 0,7 procentiger Kochsalzlösung, in 0,2 procentiger Lösung von Atropinum sulfuricum nicht constatiren liessen. Hervorgerufen waren diese

Veränderungen durch Morphiumlösung von 0,2—0,02procent. Chloralhydrat, Chloroform und Aether, fehlten dagegen bei Atropin, Coffein, Campher, Pyrogallussäure.

Ob sich die motorischen und sensiblen Endapparate dieser Einwirkung gegenüber differenziren, darüber ist noch nichts bekannt. Jedenfalls aber wird die Sensibilität durch die Narcotica in hohem Maasse beeinflusst.

Bei Gelegenheit einer Reihe von Untersuchungen, die auf dem electro-therapeutischen Ambulatorium von Herrn Dr. Rumpf über den Raumsinn und seine Modificationen angestellt wurden, musste auch die Frage zur Erörterung kommen, wie sich der Raumsinn der Haut, dessen Modificationen unter dem Einflusse äusserer Reize untersucht wurden, bei Anwendung der verschiedensten Narcotica verhält. Einiges ist hierüber seit den Untersuchungen von Lichtenfels und Fröhlich aus dem Jahre 1863 bekannt. Insbesondere konnten diese in einem gewissen Stadium der Chloroformnarcose eine beträchtliche Herabsetzung des Raumsinns constatiren. Auch Daturin und Morphium ergaben zweifellose Resultate, während die übrigen Differenzen zu gering sind, um sichere Schlüsse zu gestatten. Aber einmal haben die beiden Forscher nur eine Hautstelle zur Untersuchung gewählt, und ferner fehlten vor Allem damals eine Reihe von pharmacologischen Präparaten, die wir heute häufig benutzen, ohne dass ihre Einwirkung auf die Sensibilität bekannt ist.

Die Untersuchungsmethode von Lichtenfels und Fröhlich (Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Academie der Wissenschaften vom 13. März 1851. Band IV, Seite 340) bestand in einer Messung der Doppelempfindung mit dem Tasterzirkel, und zwar wurde jede Normalbeobachtung immer auf dreifache Weise vorgenommen, erstlich einmal, indem man von den kleinsten Distanzen der Spitzen so lange zu immer grösseren überging, bis eine deutliche Doppelempfindung erschien; dann aber, indem man umgekehrt gehend, die Spitzen so nahe an einander brachte, bis die Empfindung völlig einfach wurde und endlich erschien ein regelloses Aendern der Distanzen, wobei der Beobachtete aller Prämissen zu seinem Urtheil entbehrt, da sein Gesicht abgewendet ist, noch sehr wünschenswerth. Auf Grund dieser Untersuchungen kamen sie zu dem Resultat, dass die Empfindungssphären nicht durch scharfe Grenzen von einander sich trennen,

sondern in einander übergehen, in der Art, dass Ueberschreitung jener Distanz, für welche zwei Eindrücke als unzweifelhafte Einheit erscheinen, nicht sogleich mit dem vollen Bewusstsein einer Doppelempfindung sich verknüpft und ebenso umgekehrt. Ausser jenem Raum also, in welchem ein volles Verschmelzen der Eindrücke stattfindet, und jenem, an dessen Grenzen zwei Eindrücke völlig getrennt bleiben, gibt es nach ihnen noch einen mittleren, in dem gleichsam nur eine partielle Verschmelzung stattfindet und in diesem Raume fühlt die Hautfläche in der Regel so, als hätten sie zwar zwei Eindrücke getroffen, von denen aber der eine von geringerer Stärke war, als der andere, was doch in der That nicht der Fall ist. Deshalb geben sie bei ihren Versuchen zwei Werthe an, den der einfachen und denjenigen der deutlichen Doppelempfindung.

Die Versuche hingegen, auf Grund deren wir leichter die Einwirkung der Narcotica studiren zu können glaubten und die Herr Klinkenberg („der Raumsinn der Haut und seine Modification durch äussere Reize". Inauguraldissertation 1883) angestellt hat, hatten dazu geführt, dass sich allerdings erst nach langer Prüfung ein genauer Werth für die Doppelempfindung finden liess, und dass manche Vorsichtsmassregeln, die verschieden waren nach der Art der Fehlerquellen, anzuwenden sind, um nicht Gefahr zu laufen, Beobachtungsfehler als wirkliches Resultat zu registriren. Auf Grund dieser Normaltabelle war es dann leicht, bei unsern Prüfungen rasch die momentanen Werthe zu präcisiren und ebenso schnell die Veränderungen festzustellen, ohne dass dabei ein mittleres unbestimmtes Terrain anzugeben nöthig war. Hatten wir doch die Beobachtung gemacht, dass zunächst die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Werthe des Raumsinns ausübt, so zwar, dass diese bei verschiedenen Temperaturen differiren und bei gleicher Temperatur ceteris paribus eine gleiche Höhe aufweisen.

Daraus ergab sich dann für uns die Nothwendigkeit stets bei gleicher Temperatur des Untersuchungsraumes die Messungen vorzunehmen. Die Untersuchungsobjecte liessen wir zudem $^1/_2$ Stunde etwa in dem betreffenden Raume verweilen, bis wir annehmen konnten, dass zwischen der Temperatur ihrer Körperoberfläche und der Umgebung ein Ausgleich stattgefunden hatte.

Unsere Beobachtungen wiesen ferner mit Nothwendigkeit darauf hin, dass häufige Untersuchungen als ein durchaus nicht indifferenter Reiz zu betrachten seien, vielmehr intensive Verände-

rungen mit positiven und negativen Schwankungen hervorrufen. Es liegt auf der Hand, dass hieraus leicht eine Fehlerquelle namentlich bei unsern Versuchen erwachsen konnte, indem man ja diese Veränderung als eine Wirkung des angewandten Mittels hätte betrachten können. Um diese mechanische Reizung und ihre Folgen vor Allem zu vermeiden wurden die Zirkelspitzen leise und gleichzeitig aufgesetzt, und nur wenige Messungen hinter einander angestellt.

Nach dieser kurzen Skizzirung unserer Untersuchungsmethode können wir jetzt zu den Versuchen selbst übergehn. Nur die Normalwerthe der untersuchten Hautstellen und der hauptsächlichsten Versuchspersonen wollen wir vorausschicken.

Tabelle I.

Tastzirkel-Untersuchungen. Normalwerthe der untersuchten Hautstellen.

	Dr. R.	c. m. K.	c. m. S.	c. m. K.
Vorderarm Vola	3,0	3,0	3,2	3,0
Vorderarm Dors.	2,7	3,0	3,2	3,1
Oberarm biceps	4,0	3,8	3,5	4,0
Oberarm triceps	3,5	3,8	2,3	4,0
Vola Manus	0,6	0,5	0,6	0,5
Fingerspitze III F.	0,2	0,3 : 0,2	0,2—0,3	0,3
Oberschenkel vorn	4,3	4,0	3,8	4,2
Wade	3,6	4,1	3,1	3,2
Peroneus	3,2	4,0	3,2	3,2
Fusssohle	1,7	1,5	1,3	1,3

Das erste Präparat, das gleichsam als das Prototyp der narcotischen Gruppen gelten kann, ist das Morphium hydrochloricum. Wir benutzten die heut zu Tage so vielfach geübte hypodermatische Injection derselben, welche eine raschere Resorption ermöglicht und ihm durch ihre prompte und intensive Wirkung in mancher Beziehung vor den übrigen Narcoticis den Vorzug gibt.

Versuch an cand. med. Felix Kremer mit subcut. Morph. Injection (0,015).

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Morph. Inj. (0,015) nach 30 M.	60 M.	24 Stunden nach der Morph. Injection.
Vorderarm Vola	3,0	4,5	4,7	3,4
Vorderarm Dors.	3,1	4,5	6,0	3,6
Oberarm biceps	4,0	6,0	6,5	—
Vola manus	0,5	0,9	1,3	0,6
Fingerspitze	0,3	0,3 = 1	0,4	0,3
Oberschenkel	4,2	6,6	> 8,2	5,0
Wade	3,2	> 8,2	> 8,2	4,7
Peroneus	3,2	6,5	6,0	4,0
Fusssohle	1,3	3,0	3,0	1,4—1,5

(Die übrigen Versuche dieser Art folgen erst später.)

Die allgemeine Wirkung des Morphium, bestehend in Schläfrigkeit, Benommenheit, zum Theil auch Kopfdruck und Uebelkeit traten bei diesem Versuche ein, dabei kam es später auch zum Erbrechen.

Abgesehen von diesen unbehaglichen Nebenerscheinungen war, wie aus oben angeführter Tabelle deutlich hervorgeht, die Einwirkung des Morphium auf die Sensibilität der Haut eine recht eclatante. Nach einer subcutanen Injection von 0,015 liess sich nach 30 Minuten eine über den ganzen Körper sich erstreckende Herabsetzung des Raumsinnes constatiren, die im Laufe etwa einer Stunde ihr Maximum erreichte. So wurde die Doppelempfindung an der Vola des Vorderarms von 3,1 cm auf mehr als 6,0, an der Vola der Hand von 0,5 auf mehr als 0,9 und am Oberschenkel von 4,2 auf eine grössere Distanz als 8,2 herabgesetzt, d. h. die Werthe 6,0, 0,9, und 8,2 wurden noch als eine Spitze empfunden. Auch nach 24 Stunden ergab die Untersuchung eine wenn auch geringe Herabsetzung der Sensibilität.

Dabei musste auch die alte Frage wieder auftauchen, ob bei der subcutanen Anwendung von Morphium ausser der allgemeinen

anästhesirenden und analgesirenden Wirkung des Mittels noch eine stärkere Localwirkung an der Injectionsstelle sich nachweisen lasse. Die Möglichkeit, dass das Morphium schon auf die sensiblen Endorgane eine Einwirkung ausübe, ist ja für periphere schmerzhafte Affectionen in so fern von Bedeutung, als dann eine in loco morbi gemachte Injection eine intensivere und raschere Wirkung bedingen muss, als jede andere.

Eulenburg („Die hypodermatische Injection der Arzneimittel") suchte zunächst diese Frage zu lösen, indem er sich dabei auf die von Lichtenfels und Fröhlich gefundenen Resultate stützte, dass durch Einwirkung von narcotischen Substanzen der Ortsinn der Haut eine Einbusse erfährt. Er fand bei seinen Versuchen, dass die Empfindung an der Injectionsstelle rascher und erheblicher abnehme, als an der entsprechenden Hautstelle der andern Seite, wobei seine Untersuchungsmethode ebenfalls in einer Messung der Tastkreise bestand. Weitere Versuche stellte Eulenburg in der Weise an, dass er die Injection in der Nachbarschaft eines sensiblen Nervenstammes machte und den Raumsinn in der von diesem Stamme versorgten Hautprovinz prüfte. Auch hierbei kam er zu demselben Resultat, dass die Sensibilität der Haut an der Stelle der Injection energischer abnehme, als an andern symmetrischen Hautstellen. Auch in seinem therepeutischen Handeln geht er von dieser Idee aus, indem er die bei neuralgischen Affectionen in der Nähe des Nervenstammes gemachte Injection rascher und intensiver fand, als ebenso starke Injectionen an andern Stellen der Haut. Immerhin ist, wie auch schon Eulenburg angibt, die Angabe über bessere therapeutische Resultate bei Injectionen in der Nähe von Schmerzpunkten durchaus unsicher, da hierbei jedenfalls das Vorurtheil der Patienten eine erhebliche Rolle spielt. Die experimentellen Resultate von Eulenburg wurden von Jolly und Hilsmann bestritten (Hilsmann: „Beitrag zur hypodermatischen Injection des Morphium" Strassburg 1874). Dieselben fanden, „dass örtlich durch die Morphium-Injectionen zwar eine Veränderung der Tastempfindlichkeit herbeigeführt wird, dass diese Veränderung aber gerade im entgegengesetzten Sinne eintritt, als es von Eulenburg beobachtet wurde. Fast ausnahmslos trat bei ihnen an der injicirten Hautstelle eine Verfeinerung des Ortsinnes nach Injectionen von 0,01—0,015 Morphium ein, ganz in derselben Weise, wie sie es nach Wasser-Injectionen

beobachtet hatten. Dieselben schreiben daher diese örtliche Wirkung nicht dem Morphium als solchem, sondern nur der Injection von Flüssigkeit unter die Haut zu."

Eigene Untersuchungen.

Versuch an K. mit Morphium-Injection (0,015) am Dorsum des rechten Vorderarmes.

	Normale Sensibilität der Haut.		Modificirte Sensibilität: nach Morph.-Inject. 0,01 nach 15 Min.		Modificirte Sensibilität: nach 60 Min.	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Vorderarm Vola	3,5 oben 2,6 unten	3,5 oben 2,7 unten	3,6 oben 2,4 unten	3,6 oben 2,4 unten	3,6 oben 2,6 unten	3,6 oben 2,4 unten
Vorderarm Dors.	3,2 oben 2,1 unten	3,1 oben 2,3 unten	3,6 oben 2,4 unten	3,6 oben 3,0 unten	3,7 oben 2,6 unten	3,4 oben 2,4 unten
Oberarm biceps	3,8 oben 3,7 unten		4,2		4,0	4,2
Oberschenkel	4,2		6,0		5,8	
Wade	4,0		5,0		6,3	
Peroneus	3,9		4,5		5,8	
Fussohle	1,3		1,8		1,8	
Vola Manus	0,6		1,0		1,5	
Fingerspitze	0,4—0,35		0,5		0,4	

Versuch an cand. med. Felix Kremer mit Morphium-Injection (0,01) an der Vola des Vorderarmes, rechts.

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Morphium-Injection (0,01)						
		nach 2 Min.	nach 4 Min.	nach 6 Min.	nach 8 Min.	nach 9 Min.	nach 12 Min.	
Vorderarm Vola	2,7 rechts / 2,7 links	2,1 rechts / 2,5 links	3,2 rechts / 3,2 links	3,5 rechts / 3,5 links	3,8 rechts / 4,0 links	4,5 rechts / 4,5 links	4,5 rechts / 5,0 links	4,

Versuch an H. mit Morphium-Injection 0,015 am linken Vorderarm.

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität durch Morph.-Injection (0,015)		
		nach 10 Min.	nach 35 Min.	nach 50 Min.
Vorderarm Dors.	2,6 rechts / 2,6 links	3,0 rechts / 3,0 links	3,5 rechts / 3,5 links	4,0 rechts / 4,1 links
Oberschenkel	4,5 rechts / 4,6 links	4,7 rechts / 4,6 links	5,5 rechts / 5,5 links	6,1 rechts / 6,0 links
Peroneus	4,0 rechts / 4,3 links	— rechts / — links	4,9 rechts / 4,9 links	5,5 rechts / 5,2 links

Versuch mit Morphium-Injectionen an X. mit 0,01 am Dorsum des rechten Vorderarmes.

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach I. Morph.-Injection (0,01) nach 10 Min.	nach II. Morph.-Injection (von 0,01).
Vorderarm Dors.	2,2 {rechts links} 2,3	2,3 {rechts links} 2,4	3,5 {rechts links} 3,5

Unsere Untersuchungsmethode bestand zunächst ebenfalls in einer Vergleichung des Raumsinnes beider Seiten, nachdem die eine Seite eine Injection erhalten hatte. Auch diese Messungen haben also, wie aus obigen Tabellen ersichtlich ist, keinen Anhaltspunkt ergeben, dass local eine beträchtliche Herabsetzung der Sensibilität vorhanden sei. Es wurden in jedem Falle, nachdem bei den verschiedensten Personen eine Injection von 0,01—0,015 Morphium hydrochloricum gemacht worden war, nach bestimmter Zeit die Sensibilität an der Stelle der Injection und der ihr correspondirenden andern Körperseite gemessen. Freilich trat bei bestimmter Stärke der Injection (meist genügte, wie auch Jolly und Hilsmann angeben, 0,01 Morphium nicht) an der Einspritzungstelle eine Herabsetzung der Sensibilität ein, doch war dieselbe keineswegs grösser, als auf der symmetrischen Stelle der anderen Körperseite. Die gefundenen Werthe ergeben vielmehr, dass unter Einwirkung der Injection die Sensibilität an der betreffenden Stelle zunächst stieg, während sie auf der andern Seite schon herabgesetzt war. Nachdem dann der Reiz, den die Nadel gesetzt hatte, verschwunden war, sehen wir auf beiden Seiten gleiche Abstumpfung der Sensibilität eintreten.

Nun war allerdings noch die Möglichkeit vorhanden, dass unter normalen Verhältnisen eine locale Wirkung des subcutan eingeführten Morphiums nicht vorhanden ist, dass aber unter pathologischen Verhältnissen bei neuralgischen Affectionen und hyperästhetischen Zuständen das Resultat sich anders gestalten könne. Auch dieser Möglichkeit liess sich insofern experimentell näher treten, als es ja leicht gelingt durch kräftige faradische Pinselung

Versuch an H. mit faradischer Pinselung beider Arme und darauf folgender Morphium-Injection am Dorsum des rechten Vorderarmes.

	Normale Sensibilität.		nach doppelseitiger Pinselung beider Arme.		Modificirte Sensibilität nach Morphium-Injection am rechten Arme, Dorsum (0,015) nach 3 Min.		nach 5 Min.		nach 10 Min.		nach 15 Min.		nach 30 Min.		Darauf folgende 2. Injection von 0,01 rechts nach 30 Min.	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
Vorderarm Dors.	2,7	2,7	1,7	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4	2,3	2,5	2,5	3,3	2,6	3,5	3,5	4,2
Oberschenkel	4.7	4,7	4,2	4,2					5,0	5,5			5,5	6,5	5,6	6,0
Peroneus	3,2	3,2	2,8	2,8					4,0	4,0			4,7	4,5	4,8	5,2

der Arme, die bis zur Röthung und Abschilferung der Epidermis fortgesetzt wurde, oder durch einfaches Frottiren eine schmerzhafte

Hyperästhesie hervorzurufen. Nachdem Dorsum und Vola beider oberen Extremitäten in dieser Weise misshandelt waren, so dass die Sensibilität an beiden Armen beträchtlich höhere Werthe aufwies, wurde unter die hyperästhetische Haut des einen Armes eine genügende Morphium-Injection gemacht.

Versuch an B., mit faradischer Pinselung und folgender Morphium-Injection am rechten Vorderarm (0,015).

	Modificirte Sensibilität nach farad. Pinselung beider Arme.		Modif. Sensibilität nach Morph.-Injection (0,015) am rechten Vorderarme			
			nach 5 Min.		nach 20 Min.	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links
Vorderarm Dors.	2,5	2,6	3,2	4,1	4,2	4,2
Oberschenkel	4,3	4,3	6,0	5,6	7,2	6,6
Peroneus	4,3	4,6	6,3	6,3	6,3	6,6

Versuch mit farad. Pinselung beider Arme und darauf folgender Morphium Injection am linken Oberarm (0,015).

	Modificirte Sensibilität nach farad. Pinselung.		Modif. Sensibilität nach Morph.-Injection 0,015 am linken Ober-Arm			
			nach 30 Min.		nach 60 Min.	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links
Oberarm biceps	3,2	3,2	4,5	4,3	5,0	5,1
Oberschenkel	2,5	3,5	4,0	4,1	4,0	4,1
Peroneus	3,2	3,2	4,3	4,4	4,5	4,6

Aus diesen Tabellen ersehen wir, dass nach einer hinreichenden Morphium-Injection, die unter die hyperästhetische Haut des einen Armes gemacht war, in kurzer Zeit mit der Sensibilität des

gesammten Körpers auch diejenige an den hyperästhetischen oberen Extremitäten herabgesetzt wurde. Aber diese Herabsetzung war an der Stelle der Injection keineswegs stärker als an der entsprechenden Stelle des andern Armes; wahrscheinlich in Folge des Stichreizes ging die Herabsetzung am Einführungsorte des Morphium fast während der ganzen Dauer der Herabsetzung langsamer zurück als am andern Arme. Hiermit ist offenbar der Beweis geführt, dass von einer peripheren direct anästhesirenden Wirkung des Morphium in subcutaner Anwendung auf die sensitiven Nervenendigungen keine Rede sein kann, dass vielmehr die Herabsetzung des Raumsinns lediglich durch Vermittelung der Centralorgane zu Stande kommt.

Wenn aber in der therapeutischen Anwendung die subcutane Injection an Stelle des Schmerzes von den Patienten bevorzugt wird, so findet das wohl darin seine Erklärung, dass bei manchen Neuralgien schon leichte Hautreize sowie Wasserinjectionen eine Wirkung entfalten.

Unter den weiteren pharmacologischen Präparaten musste die Benutzung eines neuen kürzlich empfohlenen Mittels nahe liegen, des Cannabinum tannicum, des Glycosid des indischen Hanfs, das von Merck seit Kurzem dargestellt wird. Frohnmüller hat dasselbe vielfach am Krankenbette erprobt und empfiehlt es als ein sicheres und mildes Hypnoticum, welches die volle Cannabiskraft in sich enthält (Memorabilien 1882, Heft 5). Ebendieselbe Wirkung wurde von Hiller (Deutsche Medic. Wochenschrift 1883, Nr. 9) erzielt, besonders in leichten Fällen von Schlaflosigkeit, welche nicht tiefe Betäubung erfordern und in den Fällen, in welchen Morphium nicht gut vertragen wurde oder Abneigung gegen dasselbe bestand. Andere, die es anwandten, wie Lublinsky, konnten diese Erfolge nicht bestätigen, während Leyden es in die Mitte zwischen Bromkalium und Opiate stellt, welch' letztere es nicht zu ersetzen vermögen.

Der Einfluss des Präparates auf den Raumsinn der Haut war ein recht eclatanter und seine Wirkung eine vollkommen zufriedenstellende, indem es gelang ganz beträchtliche Herabsetzung der Sensibilität zu erzielen.

Versuch mit Cannabinum tannicum (0,5) an cand. med. Felix Kremer.

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Cannab. tannic. (0,5) nach 30 Min.	nach 50 Minuten.	nach 100 Minuten.
Vorderarm Vola	3,0	4,4	6,0	5,0
Vorderarm Dors.	3,1	5,3	6,2	6,2
Oberarm biceps	4,0	5,3	—	—
Vola manus	0,5	0,8	1,3	1,2
Fingerspitze	0,3	0,3 = 2	0,3 = 1	0,3 = 1
Oberschenkel	4,2	> 8,2	—	> 8,2
Wade	3,2	—	7,5 = 1	> 8,2
Peroneus	3,2	—	8,2 = 1	> 8,2
Fusssohle	1,3	2,0	2,5 = 1	2,7

Versuch ausgeführt an Privatdocent Dr. Rumpf.

	Normale Sensiailität.	Modific. Sensibilität nach Cannab. tannic. (0,25) nach 30 Min.	nach 70 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,7	4,5
Vorderarm Dors.	2,7	5,0	4,0
Oberarm biceps	4,0	3,8	3,8
Vola manus	0,5	0,9	1,0
Fingerspitze	0,2	0,3	0,3
Oberschenkel	4,3	6,0	6,5
Wade	3,6	4,7	5,0
Peroneus	3,2	4,8	4,5
Fussohle	1,7	2,7	1,7

Versuch ausgeführt an Dr. med. Klinkenberg.

	Normale Sensibilität.	Modific. Sensibilität nach Cannab. tannic. (0,25) nach 30 Min.	nach 70 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,5	3,7
Vorderarm Dors.	3,0	2,5	2,0
Oberarm biceps	3,8	4,0	4,5
Vola manus	0,5	1,0	1,0
Fingerspitze	0,3 : 0,2	0,3	0,3
Oberschenkel	4,0	4,4	5,8
Wade	4,1	6,3	4,4
Peroneus	4,0	4,5	4,5
Fusssohle	1,5	2,2	2,6

Versuch an Dr. med. Klinkenberg mit Cann. tann. (0,25)

	Normale Sensibilität der Haut.	Modif. Sensibilität nach Cannab. tann. (0,25) nach 30 Min.	nach 75 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,7	4,0
Vorderarm Dors.	3,0	3,8	3,8
Oberarm biceps	3,8	3,5 Oberarm tric. 5,0	4,0 Oberarm tric. 5,0
Vola manus	0,5	0,6	0,6
Fingerspitze	0,3:0,2	0,2	0,35
Oberschenkel	4,0	6,6	4,0
Wade	4,1	4,0	4,8
Peroneus	4,0	4,5	4,0
Fusssohle	1,5	1,5	1,9

Versuch mit Cannab. tannic. (0,25) an cand. med. Kremer.

	Normale Sensibilität der Haut.	Modif. Sensibilität nach Cannab. tann. (0,25) nach 30 Min.	nach 50 Min.	nach 100 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,8	4,8	5,8
Vorderarm Dors.	3,1	4,5	4,8	5,8
Oberarm biceps	4,0	—	6,0	6,2
Vola manus	0,5	0,5	0,8	1,3; dors. 2,2
Fingerspitze	0,3	0,3 = 1; 0,4 = 2	0,3 = 1	0,3
Oberschenkel	4,2	> 8,2 = 1	7,8	7,5
Wade	3,2	—	—	—
Peroneus	3,2	—	—	—
Fussohle	1,3	—	—	—

Versuch mit Cannab. tannic. an Dr. med. Spanke.

	Normale Sensibilität der Haut.	Modif. Sensibilität nach Cann. tann. (0,5) nach 30 Min.	nach 60 Min.
Vorderarm Vola	3,2	4,7	2,4 (3,2)
Vorderarm Dors.	3,2	5,2	2,5 (3,5)
Oberarm biceps	3,5	4,8	6,0
Vola manus	0,6	0,8	0,6
Fingerspitze	0,2—0,3	0,3 als 2	0,2—1
Oberschenkel	3,8	4,5	4,7
Wade	3,1	5,2	5,7
Peroneus	3,2	4,5	6,2
Fussohle	1,3	1,6	2,0

Wir ersehen aus diesen Tabellen, dass schon Dosen von 0,25 in den Magen eingeführt, innerhalb 50 Minuten die Doppelempfindung an der Vola des Vorderarmes von 3,8 auf 4,8 und in weiteren 50 Minuten auf mehr als 5,8 herabsetzen. Bei andern Versuchspersonen erweiterte sich die Doppelempfindung im Laufe von 30 Minuten nach innerlicher Darreichung von 0,5 Cannabinum tannicum von 4,3 auf 6,0 und später auf weniger als 8,2 cm, Zahlen, die der Messung des Oberschenkels entnommen sind. Auch am übrigen Körper zeigte sich eine gleich grosse Herabsetzung.

Bemerken müssen wir noch, dass dieses Mittel nicht sämmtliche Eigenschaften besitzt, die wir dem indischen Hanf und seinen Präparaten zuschreiben. Bei einzelnen Personen trat während des Versuches zu völlig ungewohnter Zeit ein leichter aber absolut ruhiger Schlaf ein, der nur auf die Wirkung des Präparates bezogen werden konnte; dabei traten nicht die mindesten Traumvorstellungen auf, eine Thatsache, die vielleicht die Veranlassung ist, an die Darstellung noch anderweitiger Präparate aus dem indischen Hanf zu denken.

Als intensives Narcoticum steht dem Morphium vielleicht das Chloralhydrat am nächsten, mit welchem es auch eine deutliche Beeinflussung der Ganglienzellen nach Binz theilt.

Versuch an cand. med. Felix Kremer mit Chloralhydrat (2,0).

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Chloralhydrat (2,0)	
		nach 30 Min.	nach 60 Min.
Vorderarm Vola	3,0	5,0	4,1
Vorderarm Dors.	3,1	5,5	4,7
Oberarm biceps	4,0	7,0	6,5
Vola manus	0,5	1,1	0,9
Fingerspitze	0,3	0,4	0,3 (undeutlich)
Oberschenkel	4,3	> 8,2	6,5
Wade	3,2	5,5	4,7
Peroneus	3,2	5,2	4,6
Fusssohle	1,3	2,5	2,3

Versuch an Dr. med. Klinkenberg mit Chloralhydrat (2,0).

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Chloralhydrat (2,0)	
		nach 30 Min.	nach 60 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,8	4,1
Vorderarm Dors.	3,0	4,5	3,9
Oberarm biceps	3,8	4,2	4,2
Vola manus	0,5	0,8	0,8
Fingerspitze	0,3—0,2	0,3	0,3
Oberschenkel	4,0	5,0	4,8
Wade	4,1	6,2	5,3
Peroneus	4,0	6,0	5,2
Fusssohle	1,5	2,2	2,1

Betrachten wir das Resultat unserer Untersuchung, so äusserte dieses Präparat einen etwas geringeren Einfluss auf den Raumsinn der Haut als das Morphium, immerhin ist die Herabsetzung noch ziemlich deutlich. Dagegen trat eine wesentlich beträchtlichere Einwirkung auf das Sensorium ein. Nach einer Dosis von 2 gr per os gelang es kaum einen der zu Untersuchenden während der Sensibilitätsprüfung wach zu halten. Dabei zeigte der Vorderarm eine Herabsetzung des Raumsinnes von 0,3 auf 4,1, eine Einwirkung, die im Verhältniss zur Narcose gering zu nennen ist.

Bei einer andern Versuchsperson machte sich zwar kein Schlafsbedürfniss bemerkbar, wohl aber ein intensives Müdigkeitsgefühl in den unteren Extremitäten mit nicht sehr lange andauernder Abstumpfung des Raumsinnes. Während nach 30 Minuten eine Herabsetzung von 3,1 auf 5,5 nachweisbar war, war nach etwa 60 Minuten der Werth für den Raumsinn schon wieder auf 4,7 gestiegen, ein Beweis, dass die Einwirkung des Chloralhydrats keine lang anhaltende und nachdauernde ist. Dem entsprechend liess sich auch am folgenden Tage im Gegensatz zum Morphium eine Herabsetzung des Raumsinnes nicht mehr constatiren.

In gewissem Sinne verwandt darf man diesen beiden intensiven Nacoticis ein anderes Präparat an die Seite stellen, dessen Verwendung bei geringer Neigung zur Schlaflosigkeit besonders als Bier oder Wein vielfache Erfolge aufzuweisen hat, den

Alcohol.

Wir benutzten zur Untersuchung alten Cognac, von dem wir etwa 60 gr nehmen liessen, der circa 40 gr absoluten Alcohol enthielt.

Versuch an cand. med. Felix Kremer mit 60 gr Cognac.

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Cognac (60,0)	
		nach 10 Min.	nach 30 Min.
Vorderarm Vola	3,0	4,2	5,4 (5,5)
Vorderarm Dors.	3,1	3,8	4,8 (5,5)
Oberarm biceps	4,0	4,5	5,0 (5,5)
Vola manus	0,5	0,8	1,2
Fingerspitze	0,3	0,3	0,3 = 2
Oberschenkel	4,2	5,0	5,8
Wade	3,2	5,5	5,5
Peroneus	3,2	6,0	5,8
Fusssohle	1,3	2,2	2,5

Als Resultat dieser Untersuchung fand sich also eine bedeutende Herabsetzung der Sensibilität der Haut, besonders an den untern Extremitäten. So sank dieselbe am Oberschenkel von 4,2 auf 5,8, an der vorderen Partie des Unterschenkels von 3,2 auf 6,0. Aus dieser so schnell eintretenden Wirkung geht hervor, dass der Alcohol eine rasche und nicht unbeträchtliche Einwirkung auf das Nervensystem entfaltet.

Wir untersuchten ferner ein Präparat von Hyoscyamus niger, das Extractum Hyoscyami, welches als Beruhigungsmittel vielfach verwerthet wird, und in seiner Wirkung nicht viel von der des Morphium differiren soll.

Versuch mit Extractum Hyoscyami (0,1) an Dr. Rumpf.

	Normale Sensibilität.	Modif. Sensibilität nach Extr. Hyosc. (0,1) nach 50 Min.
Vorderarm Vola	3,0	3,0
Vorderarm Dors.	2,7	2,4
Oberarm biceps	4,0	4,5
Vola manus	0,5	0,5
Fingerspitze	0,2	0,2
Oberschenkel	4,3	3,0
Peroneus	3,6	4,6
Wade	3,2	4,6
Fussohle	1,7	2,2

Wie der Versuch zur Genüge beweist trat eine Herabsetzung der Sensibilität mit Ausnahme von Peroneus und Wade nicht ein. Doch ist diese Herabsetzung im Ganzen gering. Immerhin soll damit ein definitives Urtheil über Hyoscyamus und seine Präparate nicht abgegeben werden, da ja ein negativer Erfolg auf den schwankenden Gehalt eines Extractes an wirksamen Bestandtheilen zurückgeführt werden kann.

Es erübrigt sich uns noch ein Präparat zu erwähnen, dessen Einwirkung auf den Raumsinn der Haut sehr nahe liegen musste, ein Arzneimittel, das sich bei manchen neuralgischen Affectionen, bei gesteigerter sensibler und motorischer Erregung sehr rasch einen hohen Ruf erworben hat, des

Bromkalium.

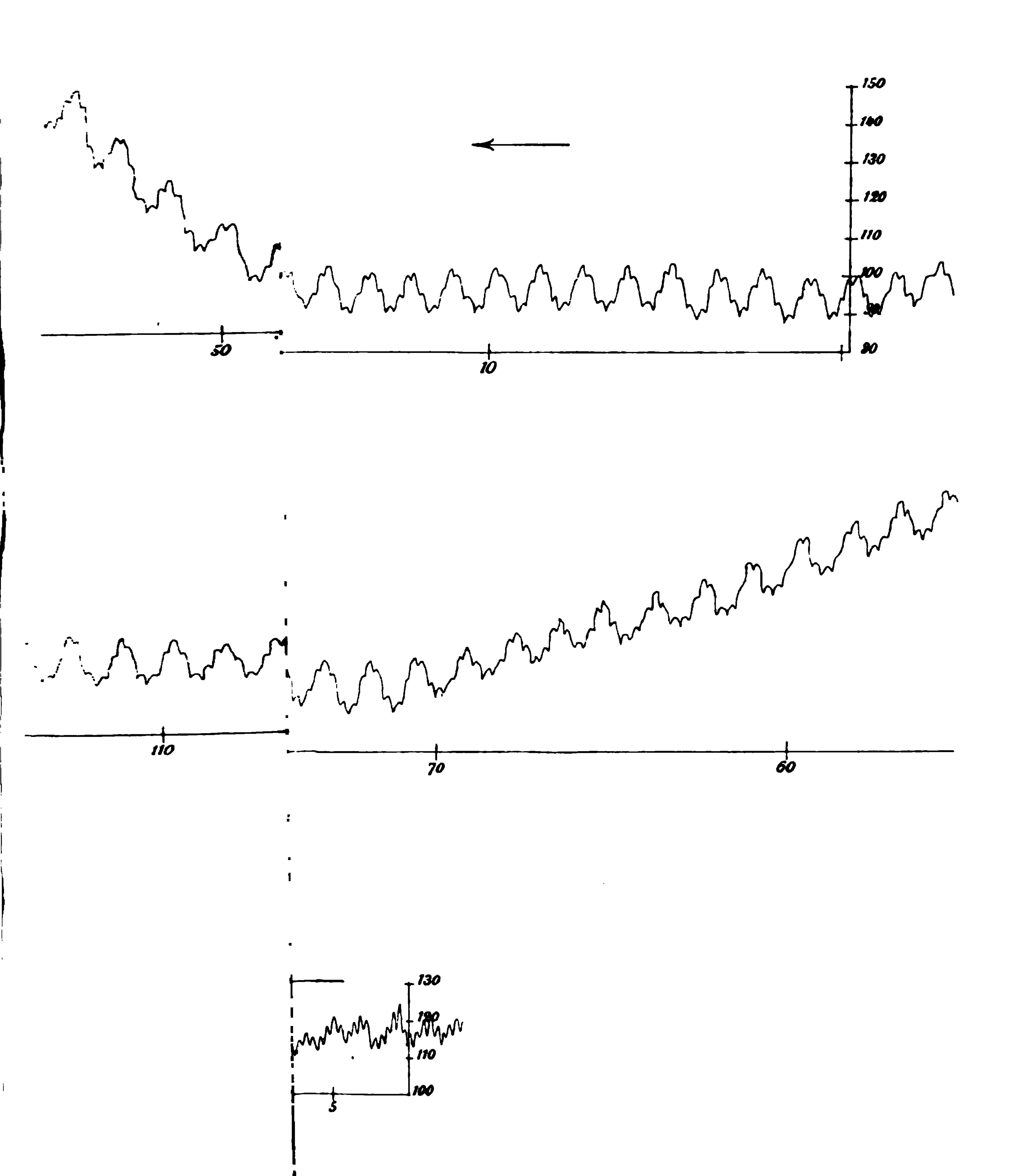
Wir benutzten dasselbe in der gebräuchlichen Dosis von 2,0—4,0 gr.

Versuch an Dr. med. Spanke mit Kal. bromat. (4,0).

	Normale Sensibilität.	Modificirte Sensibilität nach Kal. bromat. (4,0) nach 40 Min.	nach 60 Min.	nach 90 Min.
Vorderarm Vola	3,2	4,1	3,5	3,4
Vorderarm Dors.	3,2	3,5	3,6	3,4
Oberarm biceps	3,5	3,7	3,8	4,0
Vola manus	0,6	0,8	1,0	1,2
Fingerspitze	0,2—0,3	0,4	0,3	0,3
Oberschenkel	3,8	4,0	4,8	5,0
Wade	3,1	4,1	4,6	6,0
Peroneus	3,2	3,7	3,7	4,1
Fussohle	1,3	1,5	1,5	1,9

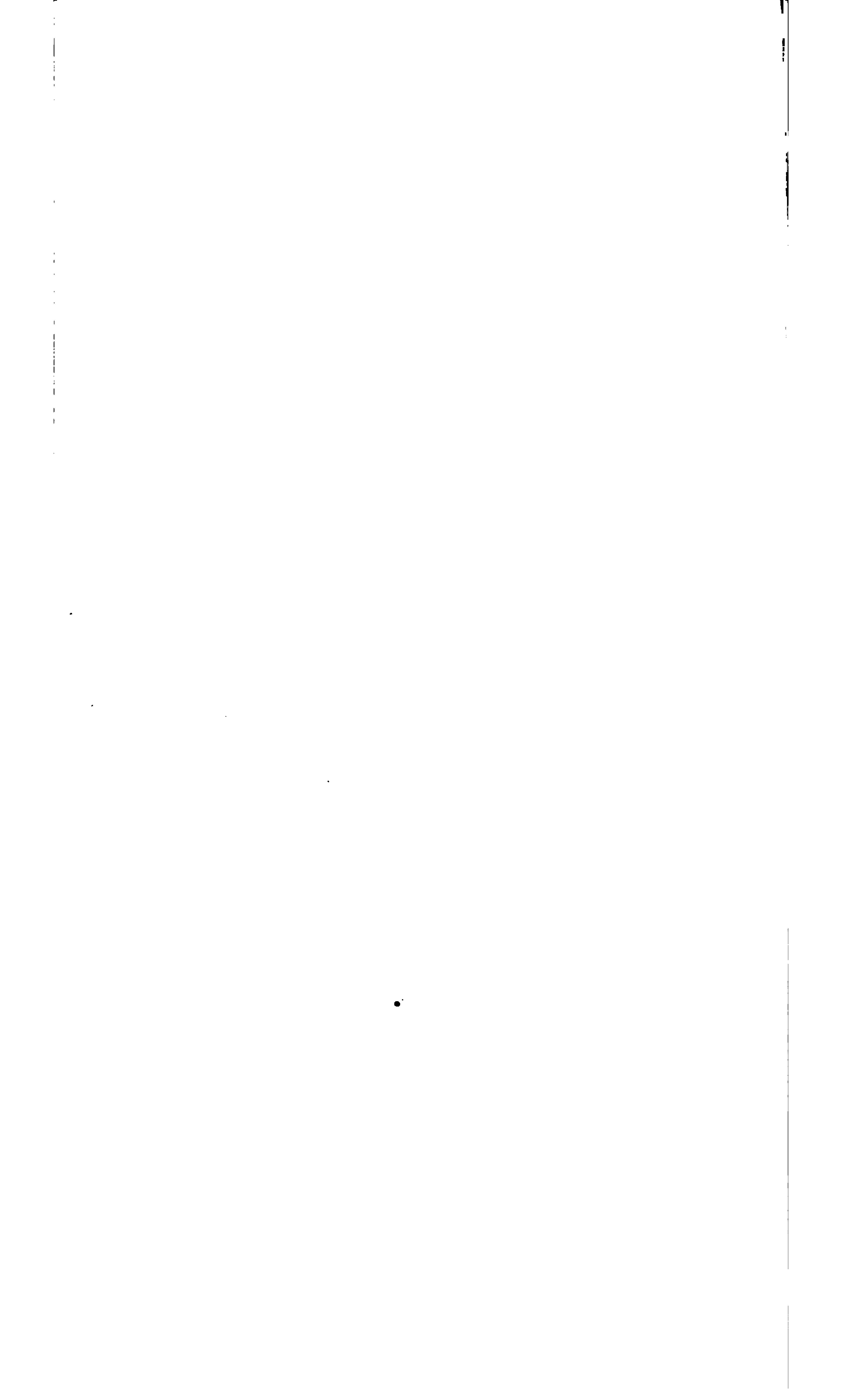
Versuch an cand. med. Felix Kremer mit Kal. bromat. (4,0).

	Normale Sensibilität.	Modif. Sensibilität nach Kal. bromat. (4,0) nach 40 Min.
Vorderarm Vola	3,0	4,5 oben; 2,5 unten
Vorderarm Dors.	3,1	2,8 „ 2,7 „
Oberarm biceps	4,0	5,4
Vola manus	0,5	1,0
Fingerspitze	0,3	0,3
Oberschenkel	4,2	7,0
Wade	3,2	5,8—6,0
Peroneus	3,2	5,0
Fussohle	1,3	1,5



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

Verlag v. Emil Strauss



Wie aus obigen Tabellen hervorgeht, bewirkt das Bromkalium in der genannten Dosis schon nach 40 Minuten eine überraschende Herabsetzung des Raumsinns, so am Oberschenkel von 4,2 auf mehr als 7,0; von 3,2 auf mehr als 5,8 an der Wade. Es sind das Werthe, wie sie selbst das Morphium nicht besser aufzuweisen hat und die hohe Bedeutung des Bromkalium in der Therapie wohl zur Genüge erklären.

Wir haben seither nur Präparate gefunden, welche eine mehr oder weniger beträchtliche Herabsetzung des Raumsinns im Gefolge haben. Im Anschluss daran musste auch die Frage auftauchen, ob es nicht Präparate gibt, die umgekehrt eine Erhöhung des Raumsinns bewirken. Auf den Rath von Herrn Prof. Binz machten wir einen Versuch mit Coffein, das ja auf die motorischen Nerven, so wie auf die Temperatur eine beträchtliche Einwirkung ausübt. Entsprechend jener allgemeinen Wirkung gestalteten sich denn auch die Resultate unserer Experimental-Untersuchung.

Versuch an Dr. med. Klinkenberg mit Coffein (0,05) genommen in 2 Tassen starken Kaffees.

	Normale Sensibilität.	Modif. Sensibilität nach Coffein (0,05) nach 30 Min.
Vorderarm Vola	3,0	2,4 oben; 1,6 unten
Vorderarm Dors.	3,0	2,7 „ 1,6 „
Oberarm biceps	3,8	3,0
Vola manus	0,5	0,5
Fingerspitze	0,3 : 0,2	—
Oberschenkel	4,0	3,5
Wade	4,1	3,3
Peroneus	4,0	3,2
Fussohle	1,5	1,4

Versuch an Dr. med. Klinkenberg mit Coffein (0,1) in 2 Tassen sehr starken Kaffees (2 Loth).

	Normale Sensibilität.	Modif. Sensibilität nach Coffein (0,1) in 2 Tassen starken Kaffees	
		nach 15 Min.	nach 30 Min.
Vorderarm Vola	3,0	1,2	2,2
Vorderarm Dors.	3,0	2,2	2,3
Oberarm biceps	3,8	1,5	2,2
Vola manus	0,5	0,4	0,3
Fingerspitze	0,3:0,2	0,2	0,2
Oberschenkel	4,0	2,7	3,1
Wade	4,1	4,2	4,3
Peroneus	4,0	3,0	3,0
Fusssohle	1,5	1,8	1,8

Neben leichtem Herzklopfen trat bei der Versuchsperson eine gesteigerte Transpiration ein. Die darauf folgende Nacht verlief total schlaflos.

Im Einklang mit der gesteigerten Herzaction trat also, wie die Tabellen zeigen, eine Erhöhung des Raumsinns innerhalb weniger Minuten um ganz beträchtliche Werthe ein, die besonders die Oberextremität betraf, so an der Vola des Vorderarmes von 3,0 auf 1,2, am Oberschenkel von 4,0 auf 2,7. Wenngleich diese Steigerung auch bald vorüberging, so blieb doch die darauf folgende Erhöhung z. B. von 3,8 auf 2,2 am Oberarm bestehen und noch am folgenden Tage war eine Steigerung des Raumsinns nachweisbar. Der Untersuchte hatte etwa bei der höchsten Dosis 0,35 Coffein genommen, wenn wir das Infus von einem Loth Caffee nach Aubert zu 0,125 rechnen. Im Gegensatz zu den vorher benutzten Präparaten tritt also nach innerlicher Darreichung von Coffein eine Erhöhung des Raumsinns ein.

Beiträge zur Kenntniss der Farbenblindheit.

Von

Dr. **Richard Hilbert**

in Königsberg i. Pr.

Wohl jeder Beobachter, welcher genau und sorgfältig eine grössere Anzahl von Farbenblinden untersucht hat, wird die Erfahrung gemacht haben, dass die von ihm untersuchten Farbenblinden (ich spreche in folgendem selbstverständlich nur von Rothgrünblindheit, da die anderen Arten von Farbenblindheit wegen ihrer Seltenheit kaum in Betracht kommen) gewisse Verschiedenheiten unter einander zeigen, die sich sowohl in den Bezeichnungen, welche sie gefärbten Körpern ertheilen, dokumentiren, als auch namentlich bei der Wahlprobe nach Holmgren in der Zusammenstellung ihnen gleich gefärbt erscheinender Wollproben hervortreten. Diese Verschiedenheiten sind es, welche Holmgren, Donders und andere Forscher bewogen haben gemäss der Young-Helmholtz'schen Theorie eine Rothblindheit und eine Grünblindheit zu unterscheiden und daran festzuhalten, obwohl diese Theorie mit den an Farbenblinden gewonnenen Erfahrungen absolut nicht in Uebereinstimmung zu bringen ist, wohingegen die Hering'sche Farbentheorie trotz mancher Mängel derselben die Erscheinungen der Farbenblindheit in geradezu glänzender Weise zu erklären im Stande ist, und in ihren Grundprinzipien wohl als richtig und den Thatsachen entsprechend betrachtet werden darf.

Obwohl es nun nicht schwer ist nachzuweisen, dass ein nach Holmgren und Andern Rothblinder auch grünblind, respective ein Grünblinder auch rothblind ist, so blieben doch noch immer jene oben angedeuteten Differenzen bestehen, und zwar konnte man bei sorgfältiger Untersuchung nicht nur zwei Gruppen unterscheiden, die so zu sagen die Extreme darstellen, sondern es war auch noch eine dritte Gruppe ohne Schwierigkeit nachweisbar, welche die Eigenthümlichkeiten der beiden ersteren in sich ver-

einigte und so zu sagen die Vermittlerrolle zwischen denselben spielte.

Nach Holmgren [1]) ist derjenige Farbenblinde, welcher bei der Wahlprobe zu purpur blau und violett legt rothblind, derjenige welcher zu purpur grau und grün legt, grünblind. Obwohl es nun auch Holmgren bekannt ist, dass es eine grosse Anzahl Farbenblinder gibt, welche beide Arten von Verwechselungen begehen, so machte er der Young-Helmholtz'schen Theorie zu Liebe doch keine dritte Gruppe aus den letztgenannten Farbenblinden, was doch eigentlich nahe lag, sondern dieselben wurden willkürlich der einen oder der andern Gruppe zuertheilt, eventuell die Diagnose unsicher gelassen.

Worauf aber die oben genannten Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Farbenblinden beruhen, wurde mir bei Gelegenheit von Untersuchungen [2]) klar, welche ich anstellte, um den Einfluss fluorescirender Körper auf die Länge des Spektrums Farbenblinder zu erforschen. Zu diesem Zweck wurde in einem verdunkelten Zimmer auf einem Bogen Papier ein objektives Spektrum von stets gleicher Länge entworfen, und ich liess nun der Einfachheit halber jeden Farbenblinden die Grenzen seines Spektrums mit Bleistift auf dem Papier markiren. Dabei stellte es sich heraus (unter anderen Thatsachen), dass es Farbenblinde mit stark verkürztem und wenig verkürztem Spektrum gebe (verkürzt ist dasselbe in jedem Falle) und dass dazwischen alle möglichen Abstufungen vorhanden seien.

Die genauere Betrachtung der einzelnen Fälle lehrte nun, dass die stark verkürzten Spektra den Rothblinden nach Holmgren, die wenig verkürzten den Grünblinden angehörten und dass die mitteren Spektra jener oben charakterisirten dritten Gruppe entsprachen.

Nun dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Verkürzung des Spektrums Hand in Hand gehe mit einer Verschiebung der Empfindung für jene Aetherschwingungen, welche wir mit dem Namen „Farben“ bezeichnen, eine Thatsache, welche

---

1) F. Holmgren, Die Farbenblindheit in ihren Beziehungen zu den Eisenbahnen und der Marine. Leipzig 1878. S. 136.

2) R. Hilbert, Das Verhalten der Farbenblinden gegenüber den Erscheinungen der Fluorescenz. Königsberg 1882.

schon aus der Verschiebung der hellsten Stelle des Spektrums der Farbenblinden gegenüber der der Farbentüchtigen hervorgeht. Aus diesem Grunde muss also die Farbenempfindung Farbenblinder mit stark verkürztem Spektrum eine andere sein als die solcher mit weniger oder sehr wenig verkürztem Spektrum: Kurz und gut, es gibt also Rothgrünblinde mit stark verkürztem, mit mittelmässig verkürztem und mit wenig verkürztem Spektrum, und die Verschiedenheiten, die dieselben unter einander zeigen, sind eben durch die Länge ihres Spektrums bedingt.

Geissler[1]) gibt in der citirten Schrift sehr instruktive Abbildungen von diesen beiden extremen Arten von Spektren Farbenblinder, und es ist nur unbegreiflich, wie er, als Urheber jener, wie jeder sorgfältige Untersucher bezeugen kann, goldrichtigen Abbildungen, im Zweifel sein kann, welcher Farbentheorie die Palme zuzuerkennen sei.

— —

Ein anderer Punkt, welcher ebenfalls von jedem aufmerksamen Beobachter bald bemerkt wird, und der namentlich bei Bestimmung der Sehschärfe für Farben auffällt, ist die ungemein grosse Empfindlichkeit Farbenblinder für Helligkeitsdifferenzen. In Fällen, wo ein farbentüchtiger Mensch sehr im Zweifel ist, welcher von zwei vorgelegten farbigen Körpern der hellere, welcher der dunklere sei, entscheidet der Farbenblinde schnell und sicher, und eine nachträglich vorgenommene genauere photometrische Untersuchung ergibt die Richtigkeit der Angaben desselben.

Selbstverständlich beruht dieses feine Unterscheidungsvermögen nicht auf einer besonders hervorragenden Ausbildung des Lichtsinnes, wie man sich durch diesbezügliche Untersuchungen leicht überzeugen kann, sondern es beruht meines Erachtens auf der Thatsache, dass die Helligkeit ungefärbter Gegenstände leichter zu beurtheilen ist als die gefärbter und namentlich verschieden gefärbter. In dem Farbensystem des Farbenblinden fehlen nun zwei Hauptfarben und sämmtliche Mischfarben (da sich wie be-

1) A. Geissler, Die Farbenblindheit, ihre Prüfungsmethoden und ihre praktische Bedeutung. Leipzig 1882.

kannt gelb und blau nicht mischen ohne sich aufzuheben). Aus diesen Gründen erscheinen dem Farbenblinden eine Anzahl von Körpern, die für den Farbentüchtigen gefärbt sind, farblos, eine weitere Reihe, die dem Farbentüchtigen als verschiedenfarbig imponirt, einfarbig, und es ist daher bei einer grossen Menge von Objekten dem Farbenblinden leichter als dem Farbentüchtigen Helligkeitsdifferenzen unter denselben zu unterscheiden. Dieses scheint mir der einfache Grund des diesbezüglichen Unterschiedes zwischen Farbenblinden und Farbentüchtigen zu sein.

Ueber das Verhältniss zwischen Reizdauer, Reizgrösse und latenter Reizperiode nach einem neuen Versuchsverfahren.

Von

A. Gruenhagen.

Hierzu Tafel VI, Fig. 1 und 2.

Das Verhältniss, welches zwischen dem physiologischen Effect einer electrischen Nervenreizung einerseits, Reizdauer und latenter Reizperiode andererseits theils wirklich nachgewiesen, theils mindestens behauptet worden ist, hat schon öfters eingehenden Untersuchungen zum Vorwurfe gedient. Wenn ich dasselbe jetzt von Neuem zum Gegenstand der Betrachtung mache, so veranlasst mich dazu vornehmlich der Wunsch, das Versuchsverfahren zur allgemeinen Kenntniss zu bringen, dessen ich mich bereits seit längerer Zeit zu bedienen pflege, um die in Frage stehenden Beziehungen aufzuhellen, erst in zweiter Linie das Verlangen die Abweichungen festzustellen, welche in den von mir und von anderen gewonnenen Ergebnissen hervorgetreten sind.

Das Versuchsverfahren, dessen Beschreibung ich vorausschicken muss, ist seinem Principe nach bereits in dem von mir

herausgegebenen Lehrbuche der Physiologie [1]) skizzirt worden. Der Apparat (s. Taf. VI, Fig. 1), welcher gestattet einem Nerven Stromreize von wechselnder, genau berechenbarer Zeitdauer zuzuführen, besteht aus einer schweren metallenen Kreisscheibe (k), welche durch Drehung eines ebenfalls massiv gearbeiteten metallenen Schwungrades (R) mittelst einer Leitschnur (l) je nach Wunsch in schnelle oder langsame Rotation versetzt werden kann. Die Drehungen des Schwungrades sowohl, als auch diejenigen der Kreisscheibe erfolgen in horizontalen Ebenen und sind der Art gegen einander bemessen, dass je eine Umdrehung der ersteren fünfzehn Umdrehungen der letzteren bedingt. Lässt man also das Schwungrad, was ohne Mühe gelingt, seinen Umlauf in einer Secunde vollenden, so beträgt die Umlaufszeit der Metallscheibe $^1/_{15}$ Sec., und überhaupt, welche Geschwindigkeit jenem auch mitgetheilt werde, die Drehungsgeschwindigkeit dieser wird stets den 15fachen Werth besitzen, die Geschwindigkeit beider aber in gleichem Umfange veränderlich sein.

Diese Veränderlichkeit der Rotationsgeschwindigkeit ist es nun aber, welche nutzbar gemacht werden kann, um Stromschliessungen von wechselnder, aber genau berechenbarer Zeitdauer herzustellen, und zwar dienen dazu mehrere auf und neben der Kreisscheibe (k) angebrachte Vorrichtungen.

Was zunächst die Vorrichtungen auf der Kreisscheibe betrifft, so trägt dieselbe an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten ihres Umfangs je ein dreikantiges Platinprisma (pp_1) von ca. 15 mm Länge, das eine vertical aufwärts, das andere vertical abwärts gerichtet. Neben der Kreisscheibe in der schweren gusseisernen Bodenplatte (B) der Schwungmaschine sind erstens zwei vierkantige Metallständer (mm_1) electrisch isolirt eingeschoben, deren jeder an seinem Fussende mit einer Klemmschraube (zz_1) zur Aufnahme von Leitungsdrähten versehen ist, ausserdem aber eine vertical auf- und abwärts verschiebliche Metallhülse trägt, in welcher ein horizontal verstellbarer, an seiner vorderen, der Kreisscheibe zugewandten Spitze (aa_1) in einen kurzen dicken Platindraht auslaufender Messingstab unbeweglich befestigt werden kann. Es ist somit die Möglichkeit gegeben, beiden Stäben jederzeit eine solche

---

1) Funke's Lehrb. d. Physiologie, herausgegeben v. Gruenhagen 1876, Bd. I, p. 520.

Stellung zu ertheilen, dass die Platinprismen der rotirenden Kreisscheibe jedes für sich zu verschiedenen, mehr weniger von einander entfernten Zeitmomenten mit einem der seitlich in passende Nähe gebrachten Stabdrähte in Berührung kommen müssen. Endlich befindet sich noch in der Nachbarschaft der Kreisscheibe ein dritter mit Klemmschraube (z_2) versehener Metallständer (m_2), welcher ohne jede Isolationsvorkehrung in der Fussplatte des Apparates befestigt ist und die Fixirung eines federnden Metallstreifens (c) aus Kupfer gestattet, dessen Bestimmung ist, dauernd an der die verticale Drehungsachse umschliessenden, zapfenförmig nach abwärts verlängerten Scheibenmitte zu schleifen.

Mittelst der beschriebenen Vorrichtung lassen sich nun erstens zwei getrennte Stromkreise nach einander zum Schlusse bringen, sobald eines der Platinprismen während eines Scheibenumlaufs mit dem ihm entsprechenden seitlichen Träger zusammentrifft. Es ist dazu nur erforderlich, je einen Pol der beiden gesonderten stromgebenden Elemente beziehungsweise Ketten mit dem nicht isolirten Kupferfederhalter, die zwei noch übrigen Pole jeden für sich mit einem der isolirten Platindrahthalter zu verbinden. Ferner begreift sich aber auch leicht, dass die Zeitdauer des Stromschlusses in weiten Grenzen variiren muss, sei es dass man die Rotationsgeschwindigkeit vermindert oder steigert, sei es dass man die Drahtstrecken, an welchen die Platinprismen mit ihren Schneiden vorbeigleiten, lang oder kurz eingestellt hat. Damit sind aber auch alle Bedingungen gegeben, um die gesuchte Beziehung zwischen Stromesdauer und Reizeffect zu ermitteln, vorausgesetzt dass es gelingt, die jedesmalige Zeitdauer einer Scheibenrotation mit Sicherheit zu messen. Diese letztere Aufgabe wird nun gelöst durch zweckmässige Ausnutzung der einen Stromkraft, deren Leitung ein äusserst empfindliches Despretz'sches Signal (DS) enthält, welches jeden Stromstoss auf einen mit bekannter Geschwindigkeit rotirenden berussten Cylindermantel (cm) aufschreibt. Jeder Ablauf einer Rotation, bei welchem das eine Platinprisma zu seiner Contactstelle zurückgekehrt ist, wird dann auf der Zeichenfläche durch einen verticalen Strich markirt, und der Abstand von je zwei solchen Strichen entspricht nothwendigerweise dem Zeitraum, innerhalb dessen sich die Rotation vollzogen hat. Wenn man endlich von dem zweiten noch verfügbaren Stromkreise einen Theilstrom abzweigt und mittelst unpolarisirbarer Electroden (ww_1) dem

Nerven (n) eines Froschgastrocnemius zuführt, dessen Zuckungen durch einen Zeichenhebel (zh) an der gleichen Fläche graphisch fixirt werden, auf welcher das Despretz'sche Signal die Intervalle der Scheibenrotation notirt, so steht nichts mehr entgegen, aus der bekannten Rotationsdauer und der bekannten Länge der Contactstrecke im Kreise des Reizstromes die Schliessungsdauer des letzteren berechnen und an dem Verhalten der Zuckungsgrösse ablesen zu können, welche Bedeutung der wechselnde Werth der Schliessungsdauer für den physiologischen Reizeffect besitzt.

Beim Experimentiren mit dem beschriebenen Apparat bin ich anfänglich derart verfahren, dass ich in den Kreis des Despretz'schen Signals zwei starke Zink-Kohlen-Elemente, deren jedes zwei Plattenpaare enthielt und mit der Bunsen'schen Lösung von doppeltchromsaurem Kali und Schwefelsäure gefüllt war, einschaltete, den Reizkreis dagegen mit nur einem Daniell'schen Elemente versah, dessen Pole mit einem Siemens'schen Stöpselrheostaten (sr) von 2111 S. E. in leitender Verbindung standen, während der zum Nerven gelangende Stromarm von zwei Fusspunkten dieses Rheostaten abgezweigt wurde, deren in bekannter Weise veränderliche Längenabstände eine Variation der elektrischen Leitungswiderstände zwischen 0 und 1111 S. E. ermöglichten. Es war also eine Abstufung des Stromes im Nervenkreise erstens durch Verlängerung resp. Verkürzung der Leitung zwischen seinen Endpunkten am Rheostaten erreichbar, und zweitens durch Vergrösserung resp. Verkleinerung des Widerstandes im Hauptkreise, wo noch eine Rolle von 1000 S. E. zur Ein- oder Ausschaltung verfügbar blieb. Damit Muskelhebel und elektrisches Signal dicht über einander zeichnen, wurde der Despretz'sche Apparat an dem Ständer des ersteren festgeschroben (s. Fig. 1) und ebenda wurde schliesslich auch noch ein Marey'scher Lufthebel (lh) angebracht, der einem Kagenaar'schen Chronographen angehörte und die Schwingungen eines verticalen Eisenstabes von je 10 Schwingungen in der Secunde mittelst Luftübertragung unter den Marken der Zuckungen und der Signale verzeichnete. Es war also auch die Rotationsgeschwindigkeit der Schreibetrommel (cm) einer sicheren Controle unterworfen und ferner das Mittel geschaffen, die wissenswerthen Zeitwerthe sofort in Schwingungszahlen ausgedrückt zu erhalten.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung des Versuchsverfahrens ohne Weiteres hervorgeht, ist der Nervenkreis dauernd

durch den Rheostaten geschlossen. Um trotzdem der Schwungscheibe die gerade wünschenswerthe Drehungsgeschwindigkeit ertheilen zu können, ohne zugleich Muskel- und Signalbewegung auszulösen und sich auf der ebenfalls in Bewegung befindlichen Zeichenfläche zwecklos auftragen zu lassen, war sowohl der Hauptkreis des Daniell'schen Elements als auch der Stromkreis des Despretz'schen Signals mit einer besonderen zweiten Unterbrechungsvorrichtung versehen, welche für beide Kreise gleichzeitig in und ausser Wirkung gesetzt werden konnte. Am besten geeignet hierzu erwies sich ein Pohl'scher Gyrotrop (pc), dessen Quecksilbernäpfe durch Entfernung der sie kreuzweise verbindenden Drahtstücke isolirt worden waren. Die Leitung beider Stromkreise wird hier bis zu je zwei der durch die Gyrotropenwippe zu verbindenden Quecksilbernäpfchen geführt, und Schliessung resp. Oeffnung beider Drahtkreise durch einmaliges Vorwärts- resp. Rückwärtsbeugen der Wippe mit grosser Bequemlichkeit besorgt.

Auf dem soeben geschilderten Wege sind die meisten der späterhin mitzutheilenden Ergebnisse erzielt worden. Indessen lässt sich ohne Schädigung der Genauigkeit die Gebrauchsweise unseres Apparates insofern noch vereinfachen, als man nach Ausschaltung des einen Platincontacts auch mit einer einzigen Stromkraft (E) auszukommen vermag, welche gleichzeitig sowohl das im Hauptkreise befindliche Despretz'sche Signal, als auch den Nebenschliessungskreis des Nerv-Muskelpräparats speist. Die so gewonnenen Versuchsresultate fallen dann sogar in gewissem Sinne noch schlagender aus, weil das Ausbleiben der Muskelzuckung bei schneller Scheibenrotation und demgemäss kurzer Schliessungsdauer angesichts der ohne Unterbrechung verzeichneten Signalmarken nicht auf eine mangelhafte Functionirung des Metallcontacts bezogen werden kann. Um den irrigen Anschauungen, welche gerade nach dieser Richtung hin mehrfach bestehen, möglichst eindringlich zu begegnen, habe ich die zwei beigefügten Curvenzeichnungen (Taf. VI, Fig. 2) den mittelst des zweiten Verfahrens erhaltenen entnommen und demselben auch die Skizzirung der Versuchsanordnung (Fig. 1, Taf. VI) angepasst.

Aus der Curve Fig. 2 liest man ohne Weiteres ab, dass die Zuckungen bei einer gewissen Distanzabnahme der Signalmarken (s. Fig. 2) kleiner zu werden beginnen, um endlich bei noch weiterem Zusammenrücken derselben ganz zu verschwinden. Rech-

net man die linearen Dimensionswerthe in Zeitwerthe um, wozu die mitverzeichneten Stimmgabelschwingungen (vs) den erforderlichen Anhalt liefern, so ergiebt sich, dass das Zuckungsmaximum (zm Fig. 2), welches bei dauernder Schliessung des Reizstromes erhalten wird, noch besteht bei einer Rotationsdauer, welche 5—6 Schwingungen entspricht, d. h. einer Umdrehungszeit von 0,5—0,6 Sec. Da der Scheibenumfang 521,7 mm beträgt, die Gleitstelle am Contacte (ap) 2 mm lang abgemessen war, so folgt für die Schliessungsdauer des Reizstromes eine Zeit von $\frac{2}{521,7} \times 0,5$ Sec. = 0,0018 bis 0,0023. Die erste erhebliche Verkleinerung der Zuckung sehen wir bei (vk) hervortreten, wo die Schliessungsdauer des Reizstromes auf gleiche Weise berechnet nur noch 0,0016 Sec. beträgt, das erste vollständige Erlöschen (ek Fig. 2) der Zuckung bei einer Schliessungsdauer von 0,0013 Sec.

Es geht hieraus hervor, dass die Zeitdauer des angewandten Stromreizes nur in dem Verhältniss von 1:1,3—1,7 anzuwachsen braucht, damit derselbe aus absoluter Wirkungslosigkeit zum Wirkungsmaximum ansteige, nicht jedoch, wie Helmholtz und Koenig[1]) nach einem anderen, meines Erachtens in Folge seiner zeitraubenden Umständlichkeit unsichreren Versuchsverfahrens ermittelt haben, in dem viel grösseren Verhältniss von 1:8,3 bis 8,8 (0,0015:0,017 bis 0,018) oder gar 1:17 bis 18 (0,001:0,017 bis 0,018). Aber auch bei stärkeren Stromreizen, deren Reizwirkungen erst bei 0,0009, 0,00057 und 0,00035 Sec. Schliessungsdauer erloschen, habe ich das gleiche Verhältniss feststellen können und nur bisweilen ein etwas grösseres von 1:2,2 bis 2,5 angetroffen. Verhältnisswerthen von der Grösse der Helmholtz-Koenig'schen bin ich dagegen bei frischen Nervenpräparaten niemals begegnet, obwohl mein Versuchsverfahren sie unfehlbar hätte entdecken müssen. Ich stehe daher auch nicht an ganz allgemein zu schliessen, dass die Schliessungsdauer eines constanten Stromes von beliebiger Intensität, welche eben gerade kurz genug ist, um den physiologischen Reizeffect desselben zu vernichten, nur auf den 1,3- bis 2fachen Werth erhöht zu werden braucht, um jenem Strom das Maximum seiner Reizwirkung zu verleihen.

1) J. König, Wien. Sitzber. Mth. ntw. Cl. 2. Abth. 1870, Bd. LXII, p. 537.

Sehr kurz können wir uns endlich fassen bezüglich der Ergebnisse, welche wir hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Reizdauer und Grösse der latenten Reizperiode erhalten haben. In Uebereinstimmung mit der Erfahrung, dass die letztere mit der Abnahme der Reizgrösse wächst, haben wir gefunden, dass sie zunimmt, wenn der Reizeffect durch Verminderung der Reizdauer abnimmt. Um diese Thatsache zu demonstriren, ist es nur erforderlich, die Rotationsgeschwindigkeit der Schreibetrommel angemessen zu steigern, wobei dann die Abstände zwischen den Marken des Despretz'schen Signals und den ihnen folgenden Anfängen der Zuckungscurven regelmässig um so grösser ausfallen, je mehr die Zuckungshöhen sich verkürzen, d. h. einen je kleineren Werth die Reizdauer besitzt.

Ueber die Verschiedenheiten des Eiereiweisses bei befiedert geborenen (Nestflüchter) und bei nackt geborenen (Nesthocker) Vögeln und über die Verhältnisse zwischen dem Dotter und dem Eiereiweiss. (Biologisch-chemische Untersuchung).

Von

Prof. **J. R. Tarchanoff,**

in St. Petersburg.

---

§ 1. Bevor ich zur Darlegung der von mir erhaltenen Thatsachen schreite, erachte ich es für nöthig einige erklärende Worte vorauszuschicken. Diese Arbeit wurde von mir, wie es auch der Leser weiter sehen wird, ganz zufällig unternommen, in einem Dorfe während dreier Sommermonate des vorigen und der Frühjahrsmonate dieses Jahres ausgeführt und konnte nicht weiter vervollständigt werden wegen Mangel an frischem Material zum Experimentiren, und theilweise auch wegen der Seltenheit desselben, ich meine nämlich damit die frischen Eier verschiedener Vogelgattungen. Wegen der kurzen Zeitfrist (die zu verlängern mir ja unmöglich war), während welcher diese Arbeit ausgeführt wurde, enthält dieselbe bei weitem keine systematische Bearbeitung aller in ihr berührten Fragen; zweifelsohne bietet sie noch viele unausgefüllte Lücken, viele dunkle, ganz unaufgeklärte Seiten. Trotz alledem ist es mir doch gelungen, mehrere ganz neue Thatsachen, die viel allgemein Interessantes sowohl für die Biologie, Embryologie, Ornithologie, wie auch speciell für die Chemie und Diätetik haben, festzustellen; ausserdem zeigen die weiter unten angeführten Experimente und Beobachtungen auf ein fast noch ganz unberührtes Feld für weitere Forschungen, dass aber in diesem Gebiete die Kräfte eines einzigen Forschers verhältnissmässig nur wenig auszurichten im Stande sind. Diese beiden Gründe, besonders aber der letztangeführte, haben mich bewogen, meinen Collegen im

Fache auch das Wenige mitzutheilen, was mir während des vergangenen Sommers zu erforschen gelang, hoffend, dass die von mir hier mitgetheilten Thatsachen von ihnen einer weiteren Prüfung unterzogen werden und somit eine mit allgemeinen Kräften unternommene Bearbeitung der Frage ermöglicht wird.

Nachdem ich ganz ausführlich fast alle Zeitschriften und gleichermassen alle Specialwerke und Arbeiten, welche Einiges auf die auseinandergesetzte Frage Bezügliches wahrscheinlich enthalten mussten, durchgemustert hatte [1]), konnte ich nur zwei Arbeiten finden, in denen eine Untersuchung des Eiweisses bei verschiedenen Vogelgattungen angeführt war. Valenciennes und Frémy [2]) hatten bemerkt, dass das Eiweiss verschiedener Vögel verschiedene Mengen Membranen enthält, welche bei Zusatz von Wasser eine weisse Farbe annehmen, und zwar, dass bei Finken-

---

1) Record of Zoology von 1864—1882. Cabanis, Journal für Ornithologie von 1855—1882; Troschel's Arch. f. Naturgeschichte, vormals Wiegemann's Arch. von 1835—1882. Ibis, A Magazine of general Ornithologie, 1859—1882. Todd, Cyclopaedia of Anatomy and Phys. Th. II; Müller's Arch., 1834 bis zur Gegenwart aber redigirt von Du Bois-Reymond; Pflüger's Arch., 1868—1882. Thienemann, Fortpflanzungsgeschichte der Vögel; Schinz, Naturgeschichte der Vögel; Thienemann u. Brehm, Systematische Darstellung der Fortpflanzung der Vögel Europa's, mit Abbildung der Eier; Fritsch, Naturgeschichte der Vögel Europa's; Des-Murs, Oologie ornithologique, 1860; Brehm, Illustrirtes Thierleben, Die Vögel, 1867; Burdach, Physiologie etc., 1840, B. I u. II; Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, B. IV, 1853. Milne-Edwards, Physiologie et Anatomie comparée, B. VIII, 1863. Hermann's Handb. d. Physiologie, B. VI, 1881; Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie, 1881. Scheffer, Physiol. Chemie, 1882 (russisch); Grässner, Die Vögel von Mittel-Europa und ihre Eier, 1880. Ingersoll, Nests and Eggs of american Birds, 1880. Prout, Philosophical Transactions of the Royal Society, Th. I—II, 1822, S. 377. v. Baer, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere, 1837; Kölliker, Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen etc., 1882. Voit, Zeitschrift f. Biologie, B. XIII, 1877, S. 518. Julius Baumgärtner, Der Athmungsprozess im Ei, 1861, Freiburg. Baudrimont et Martin St. Anges, Annal. de Chimie et de Physique, 3 Ser., B. XXI, 1847, S. 205. Preyer und Robert Pott, Pflüger's Archiv, B. XXVII, 1882. A. Danilewsky, „Ueber Eiweisskörper" u. s. w. in Milit. Medic. Journal 1871 und im Journ. der russischen Physik.-Chem. Gesellschaft für's Jahr 1878 und 1880 (beide Zeitschriften erscheinen in St. Petersburg und in russischer Sprache).

2) Annales de Chimie et de Physique, 3 Sér., T. 50, pag. 129, 1857.

arten dieselben bedeutend zahlreicher sind als bei Hühnern; die Menge fester Bestandtheile im Eiweisse verschiedener Vögel schwankt zwischen 10 % und 12 %, die der Mineralstoffe in demselben zwischen 5,9 % bis 9 %, wobei in erster Linie das Chlornatrium steht, dann geringe Quantitäten vom phosphorsauren Calcium und von kohlensauren alkalischen Basen. Nachdem dieselben Forscher das Eiweiss verschiedener Vogelgattungen mit dem dreifachen Volumen Wasser verdünnt hatten, untersuchten sie das Verhalten desselben in solchem Zustande zur Wärme und zur Salpetersäure und kamen zu folgenden, sehr wichtigen Schlüssen: die verschiedenen Eiweissarten der Vogeleier müssen in drei Classen eingetheilt werden; zur ersten Classe gehört das bei Einwirkung von Wärme und auch von einem Ueberschusse Salpetersäure gerinnende Eiweiss; zur zweiten das bei Zusatz von Salpetersäure gerinnende, jedoch bei Einwirkung der Wärme sich nicht coagulirende Eiweiss; zur dritten Classe das weder bei Zusatz von Salpetersäure sich niederschlagende, noch bei Wärmeeinwirkung gerinnende, jedoch bei längerem Stehen mit Säure sich in eine durchsichtige, gelatineartige Masse verwandelnde Eiweiss. Das Eiweiss erster Art fanden die genannten Forscher in Hühnereiern, die zweite Eiweissart in den Eiern der Grallae und Natatores, d. h. der Sumpfvögel; endlich die dritte Eiweissart in den Eiern der Raubvögel, einiger Finkenarten, der Klettervögel oder Scansores. Die Eier der Raben, besonders aber die der Elster, enthalten ein Eiweiss, das bei langsamem Eintrocknen eine harte, durchsichtige Masse liefert. Alle diese Eiweissarten, durch ihre Reactionen zwar verschieden, weisen dennoch eine ganz gleichartige Zusammensetzung der elementaren Bestandtheile auf. Damit aber ist auch alles Bemerkenswerthe aus der obenerwähnten Arbeit von Valenciennes und Frémy, die verschiedenen Eiweissarten in den Eiern verschiedener Vögel betreffend, angeführt.

Die zweite Arbeit, welche sich mit derselben Frage ziemlich eingehend beschäftigt, gehört dem Doctor John Davy [1]); aber leider konnte ich dieselbe im Originale nicht erhalten, da dieselbe in den Bibliotheken unserer Hauptstadt nicht aufzufinden war; ich erfuhr die Resultate, zu denen der Verfasser gelangte,

1) John Davy, Some observations on the Eggs of Birds. Edinbourgh New Philosophical Journal. October 1863.

nur aus einem im „Report of the thirty third Meeting of the British Association for the Advancement of the Science“ vom Jahre 1864, in der Abtheilung: „Notices and Abstracts of Miscellaneous Communications for the Sections, pg. 112“, sich befindenden Referate. Der Referent resümirt folgendermassen die Hauptresultate der uns interessirenden Arbeit Davy's: Die Temperatur, bei welcher das Eiweiss gerinnt, ist bei verschiedenen Vogelgattungen fast in jedem speciellen Falle verschieden und die Festigkeit des Gerinnsels hängt anscheinend von der Menge der im Eiweisse enthaltenen und nach dem Eindampfen zurückbleibenden, festen Bestandtheile nicht ab; ausserdem zeigt ein jedes Coagulum seinen eigenen, ganz eigenthümlichen Charakter, welcher von den verschiedenen Farbenschattirungen und von der Durchsichtigkeit, sowie auch von der Farbe des Eiweisses abhängt. Doch ist noch zu bemerken, dass der Verfasser eine Menge Fehlerquellen, die bei Experimenten mit Eiern verschiedener Vogelgattungen für den Forscher unumgänglich sind, selbst anerkennt und deswegen seine eigenen Schlussfolgerungen nur als annähernd richtige betrachtet. Das sind nun alles ganz einzeln dastehende Thatsachen und Erfahrungen über die verschiedenen Eiweissarten, welche in der Literatur aufzufinden waren, als ich die folgende Untersuchung begann. Beim Beginn meiner Arbeit war mir gar nichts über die Existenz der angeführten Arbeiten von Frémy und Valenciennes und Davy bekannt, was ich übrigens nicht bedauere, da möglicherweise ich nicht so vollkommen frei und objectiv mich bei meinen Forschungen, wie der Leser es sehen wird, verhalten hätte, wäre ich schon vorher mit dem Inhalte dieser Arbeiten bekannt gewesen; dank aber dieser Objectivität und Unabhängigkeit ist es mir gelungen, einige recht interessante allgemeine Ansichten zu entwickeln.

Da ich jetzt mit der so knappen Literatur dieser Frage geendet, werde ich zur Beschreibung meiner Experimente und Beobachtungen schreiten in derselben Ordnung, wie sie auch in Wirklichkeit stattgefunden haben.

§ 2. Der Ausgangspunkt dieser ganzen Untersuchung war die zufällige Beobachtung eines 4jährigen Mädchens, das Eiweiss der Uferschwalbeneier betreffend. Nachdem nämlich dasselbe im vergangenen Sommer einige Dutzend Eier von Uferschwalben (welche in grossen Mengen auf den sandigen Ufern der Newa nisten), gesammelt hatte, unternahm sie es als Zeitvertreib, dieselben

hart zu sieden, worauf sie ganz erstaunt war über das nach Entfernung der Schale ganz unerwartete Aussehen der Eier; das gut geronnene Eiweiss war vollkommen durchsichtig wie Glas und man sah deutlich durch dasselbe das Eigelb; die Durchsichtigkeit des Eiweisses war so vollkommen, dass man leicht hätte durch dasselbe lesen können, ganz wie durch eine convexe Linse. Dieses staunenerregende äussere Aussehen des gekochten Eies bewog das Kind, sich an mich mit der Frage, ob denn die Uferschwalben „gläserne Eier" legen, zu wenden.

Ich war nicht weniger als das Kind über diesen Befund erstaunt, und begann alsogleich meine Nachforschungen, nachdem ich einige hundert Uferschwalbeneier gesammelt hatte. Der Kürze halber werde ich diese glasig-gallertartige Eiweissart mit dem Liebesnamen der Entdeckerin benennen, und zwar Tataeiweiss; ich erlaube mir dieses noch aus dem Grunde, da diese vom Hühnereiweisse so sehr verschiedene Eiweissart nicht nur eine Eigenthümlichkeit der Uferschwalbeneier ausmacht, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach, wie der Leser weiter unten sehen wird, einer ganzen grossen Vogelclasse.

Da das frische Tataeiweiss der Uferschwalben dem Ansehen nach viel dünnflüssiger und wässeriger als das Eiweiss der Hühnereier ist, so war es vor allem nöthig darüber klar zu werden, ob denn das glasartige Aussehen des geronnenen Tataeiweisses nicht von einem Wasserüberschusse abhänge. Deswegen bestimmte ich in zehn ganz frischen und in zwei schon bebrüteten Uferschwalbeneiern die Menge fester Bestandtheile und den Wassergehalt; die erhaltenen Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengruppirt:

Tabelle Nr. 1.

Nr. des Eies.	Die zur Untersuchung genommene Eiweissmenge.	Wassergehalt des Eiweisses.	Wassergehalt in % berechnet.	Feste Bestandtheile.	Menge fester Bestandtheile in % ausgedrückt.	Bemerkungen.
			Uferschwalbeneier.			
1	0,6715	0,599	89,2	0,0725	10,8	Das frischeste Ei, welches auch das durchsichtigste Eiweiss enthielt.
2	0,7	0,62275	88,9	0,07725	11,1	
3	0,84	0,756	90,0	0,084	10,0	
4	0,79	0,703	89,0	0,087	11,0	Frische Eier.
5	0,62	0,5499	88,7	0,0701	11,3	
6	0,734	0,657	89,5	0,077	10,5	
7	0,683	0,6127	89,7	0,0703	10,3	
8	0,927	0,8214	88,6	0,1056	11,4	
9	0,776	0,6915	89,1	0,0845	10,9	
10	0,5834	0,5204	89,2	0,063	10,8	
11	0,5020	0,4185	83,3	0,0835	16,7	Das Ei enthält einen Embryo; das durch Kochen coagulirte Eiweiss ist weiss und undurchsichtig.
12	0,70575	0,563	79,7	0,14275	20,3	In diesem Ei war ein entwickelterer Embryo; das nach dem Sieden coagulirte Eiweiss ist weiss und undurchsichtig.

Um den Unterschied des in Procenten berechneten Wassergehaltes des Tataeiweises der Uferschwalbeneier und des Nestflüchtereiweisses prägnanter zu demonstriren, erachte ich es für ganz passend, trotzdem derartige Hühnereiweissanalysen schon vorhanden sind, die von mir am Eiweisse verschiedener Nestflüchterarten persönlich ausgeführten hier anzuführen.

Tabelle Nr. 2.

Nr. des Eies.		Die zur Untersuchung genommene Eiweissmenge.	Wassergehalt des Eiweisses.	Wassergehalt in % berechnet.	Feste Bestandtheile.	Menge fester Bestandtheile in % ausgedrückt.	Bemerkungen.
Hühnereier	1	4,30	3,78	87,5	0,54	12,5	Das Ei war eben gelegt.
	2	1,91	1,674	87,6	0,236	12,4	Das Ei war eben gelegt.
	3	3,025	2,604	86,0	0,421	14,0	Das Ei hatte einige Zeit gelegen.
	4	4,089	3,520	86,0	0,569	14,0	Das Ei hatte einige Zeit gelegen.
	5	2,769	2,377	85,8	0,392	14,2	Ein noch älteres Ei.
	6	5,203	4,453	85,5	0,75	14,5	Das Ei im Anfangsstadium des Bebrütens.
Perlhuhnei		6,02375	5,294	87,8	0,72975	12,2	Frisches Ei.
Wachtelköniginеier.	1	2,65	2,277	85,9	0,373	14,1	Das Ei hatte einige Zeit gelegen.
	2	3,42	3,0096	88,0	0,4104	12,0	Frische Eier.
	3	2,11	1,84625	87,5	0,26375	12,5	
Ei einer Truthenne		3,25	2,85675	87,9	0,39325	12,1	
Entenei		2,341	2,0601	88,0	0,2809	12,0	
Gänseei		4,211	3,6589	87,6	0,5521	12,4	

Beim Vergleichen der in diesen beiden Tabellen angeführten Zahlen, kann man leicht merken, dass frisches Tataeiweiss in der That einen bedeutenderen Procentgehalt an Wasser, als gewöhnliches Nestflüchtereiweiss aufweist; aber dieser Unterschied

ist, wie der Leser es merken wird, nicht sehr gross, im Durchschnitt ist derselbe ungefähr gleich 2 %; annähernd existirt derselbe Unterschied zwischen dem frischesten Tataeiweiss der Uferschwalbeneier, welches im besten Falle 90 % Wasser, und dem ganz frischen Hühnereiweisse, das ungefähr 88 % Wasser enthält. Dieser so geringe Unterschied kann selbstverständlich die so charakteristischen, vom Hühnereiweisse ganz verschiedenen Eigenschaften des Tataeiweisses nicht erklären, da es einerseits möglich ist, dem gewöhnlichen frischen Eiweisse der Hühnereier, 5—10 % Wasser einzuverleiben, ohne im Geringsten demselben die Eigenschaften des Tataeiweisses mitzutheilen, andererseits kann man auch mittels langsamen Erwärmens bei 40 ° C. das Tataeiweiss auf 50 % verdichten, ohne dass dasselbe beim durch Wärme hervorgerufenen Gerinnen sein gelatineartiges, durchsichtiges Aussehen einbüsst. Auf Grund dieser Erscheinungen bleibt uns nichts anderes übrig als zu behaupten, dass der Unterschied zwischen dem geronnenen Tataeiweisse und dem gewöhnlichen Hühnereiweisse nicht im geringsten durch den verschiedenen Procentgehalt an Wasser, sondern viel eher durch die physikalisch-chemischen Unterschiede beider Eiweissarten bedingt wird. Für diese letztere Annahme spricht auch eine ganze Reihe weiter unten angeführter Thatsachen.

Das Tataeiweiss fluorescirt sowohl im geronnenen, wie auch im gelösten Zustande unvergleichlich stärker, als Lösungen von Hühnereiweiss, so dass selbst an diesem einzigen Merkmale man dasselbe leicht aus einer ganzen Reihe anderer Eiweisslösungen erkennen kann.

Die Temperatur, bei welcher die ersten Spuren einer Gerinnung des unverdünnten Tataeiweisses erscheinen, ist bedeutend höher, als die des gewöhnlichen Hühnereiweisses, mit anderen Worten, das Tataeiweiss gerinnt bei Wärmeeinwirkung viel schwerer als Hühnereiweiss. Bereitet man aus beiden Eiweissarten Lösungen, die aus einem Volumen frischen Eiweisses und einem Volumen destillirten Wassers bestehen und erwärmt dann dieselben gelinde in Bechergläschen, in welche aber vorher Thermometer eingelegt sind, auf einem Wasserbade, so ist es leicht zu merken, dass die ersten Anzeichen einer Trübung im Hühnereiweisse schon bei einer Temperatur von 45—50 ° erscheinen, während die Gerinnungserscheinungen im Tataeiweisse erst fast

bei der Temperatur des kochenden Wassers (95° C.) erfolgen, oder selbst gar nicht sich einzustellen pflegen, wenn man mit sehr frischen Uferschwalbeneiern experimentirt. Dieses verschiedene Verhalten beider Eiweissarten zur Temperatur kann noch schärfer hervortreten, wenn wir uns an die Beobachtungen von Bostock[1]) erinnern, welche gezeigt haben, dass Hühnereiweiss, selbst nach einer Verdünnung mittels 1000 Volumen Wasser, dennoch beim Kochen eine deutliche, milchige Trübung zeigt, während das Tataeiweiss, wie wir es eben gesehen haben, bei einer Verdünnung mit nur einem Volumen Wasser weder ein Coagulum, noch irgend welche Trübung zeigt. Doch muss nicht vergessen werden, dass das Letztgesagte nur auf ganz frische Uferschwalbeneier bezogen werden kann, da ich zugleich bemerkt hatte, dass je älter ein solches Ei ist, bei einer desto niedrigeren Temperatur sowohl eine Trübung der Uferschwalbeneilösung, wie auch die Gerinnung des unverdünnten Eiweisses eintritt.

Tataeiweisslösungen filtriren und diffundiren durch poröse Membranen unvergleichlich leichter, als selbst bedeutend dünnere Hühnereiweisslösungen.

Das mittelst Wärme coagulirte Tataeiweiss wird wenigstens acht oder zehn Mal rascher als Hühnereiweiss durch künstlichen Magensaft verdaut und in Peptone verwandelt, so z. B. werden 0,5 gr frischen, vollkommen hartgesottenen Uferschwalbeneierweisses, im künstlichen Magensafte ungefähr in $^1/_2$ Stunde in Peptone übergeführt, während dieselbe Gewichtsmenge Hühnereiweisses unter gleichen Verhältnissen, 4—5 Stunden dazu braucht.

Das bei einer Temperatur von 40° C. vollständig getrocknete Tataeiweiss gibt einen etwas gelblichen, sehr durchsichtigen Körper, welcher in destillirtem Wasser rasch aufgelöst werden kann; bei einer Temperatur von 100° C. ausgetrocknet, erhält man Tataeiweiss in Form eines in Wasser rasch aufquellenden Körpers, wobei es alsdann lange, gelatineartige, ganz durchsichtige Streifen bildet, welche darnach in Wasser nicht mehr löslich sind. Bei gleichen Verhältnissen erleidet Hühnereiweiss, wie bekannt, ungefähr dieselben Veränderungen, aber unvergleichlich langsamer; dazu noch quillt dasselbe, nachdem es bei 100° C. ausgetrocknet und in Wasser gelegt worden ist, in Form undurchsichtiger, weisslicher,

1) The Cyclopaedia of Anat. and Physiology, edit. by Todd, B. I, Seite 88.

grober Massen, die sich ganz scharf von den zarten, durchsichtigen, langen, bandförmigen Massen, welche Tataeiweiss bildet, unterscheiden lassen, auf. Das Zusetzen einiger Tropfen einer concentrirten Aetzkalilösung zum auf solche Art gequollenen Tata- und Hühnereiweiss bewirkt bei einer gelinden Erwärmung ein rasches Auflösen des Ersten und ein bedeutend langsameres Auflösen des Zweiten.

Geronnenes Tataeiweiss geht beim Stehen an freier Luft einige Tage früher, als unter ganz gleichen Verhältnissen Hühnereiweiss, in Zersetzung über; desgleichen wird es früher als Hühnereiweiss schimmelig.

Das mittelst eines grossen Polaristrobometers von Wild bestimmte specifische Drehungsvermögen der Polarisationsebene des Tataeiweisses wurde etwas geringer als das des Hühnereiweisses gefunden; zu diesen Bestimmungen wurden undialysirte, halb mit Wasser verdünnte Lösungen beider Eiweissarten verwendet. Ganz genaue Zahlenangaben über das spec. Drehungsvermögen der Polarisationsebene des Tataeiweisses werde ich weiter unten anführen; bei diesen Untersuchungen habe ich mich des Eiweisses der Rabeneier bedient, da dieselben ja auch durchsichtiges Tataeiweiss enthalten.

Vergleichende Studien über die physikalisch-chemischen Eigenschaften des dialysirten Tata- und Hühnereiweisses vermochte ich, trotzdem mir vortreffliche Dialysatoren zu Gebote standen, nicht auszuführen, da selbst im Keller aufgestellte Lösungen dieser Eiweissarten gewöhnlich schon am fünften Tage in Fäulniss übergingen, wobei die vorgenommene Analyse zeigte, dass die noch übriggebliebenen Eiweissmengen 2—3% Asche enthielten.

Die mikroskopische Untersuchung des frischen Tataeiweisses der Uferschwalben ergab einen bedeutend geringeren Gehalt an faserstoffartigen, das Eiweiss nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzenden Membranen und eine geringere Anzahl glänzender, fettartiger Körner, als im Hühnereiweisse.

Gleichzeitig erschien bei Verdünnung des Tataeiweisses mittels eines Ueberschusses, z. B. 20 Volumen destillirten Wassers, eine, im Vergleich mit dem bedeutenden, weissen Niederschlage, der bei gleichen Verhältnissen im Hühnereiweisse erscheint, nur recht schwache, kaum bemerkbare Trübung. Vorsichtiges Neutra-

lisiren des Tataeiweisses mittelst einer 1 $^0/_0$ Essigsäurelösung ruft einen ganz unbedeutenden, der Lösung ein leicht opalescirendes Aussehen verleihenden Niederschlag hervor; eine weitere Ansäuerung macht den sich bildenden Niederschlag etwas voluminöser; aber diese eben beschriebenen Erscheinungen sind ganz unbedeutend, vergleicht man sie mit denen, die unter gleichen Verhältnissen im Hühnereiweisse beobachtet werden; in diesem Falle erhält man einen reichlichen, flockigen und fadenförmigen Niederschlag. Es ist demnach klar, dass im frischen Uferschwalbeneiereiweisse viel weniger, als im Hühnereiweisse, globulinartige Körper vorhanden sind. Ganz analoge Unterschiede beobachtet man auch, wenn durch irgend eine dieser Eiweissarten anstatt der Essigsäure ein Strom CO_2 durchgeleitet wird. Besonders beachtungswerth ist die Thatsache, dass eine ganz genaue Neutralisation des alkalisch reagirenden Tataeiweisses mittelst Essigsäure den durchsichtig-gallertartigen Charakter desselben im (mittels Hitze) coagulirten Zustande nicht vernichtet, sondern nur seine Opalescenz etwas beeinträchtigt, indem das Coagulum ein weisslich-trübes Aussehen bekommt.

Dieses sind nun die Hauptunterschiede, die es mir zwischen dem Tataeiweisse und dem gewöhnlichen Hühnereiweisse in der kurzen Zeitfrist, während welcher mir die nöthige Anzahl frischer Uferschwalbeneier zur Verfügung stand, festzustellen gelang. Frisches Tataeiweiss reagirt, gleich dem Hühnereiweisse, basisch, je älter aber das Ei wird, desto merklich schwächer wird auch die Reaction. Es ist ganz leicht dieselbe mittelst eines empfindlichen rothen Lackmuspapierchens, auf welches man das aus mehreren, in verschiedenen Entwickelungsperioden sich befindenden Eiern entnommene Uferschwalbeneiweiss einwirken lässt, zu constatiren, wobei man zu Anfang die frischesten Eier vornimmt. Dabei ist es leicht zu merken, dass das Eiweiss der frischen Eier auf dem rothen Lackmuspapiere ganz scharf hervortretende blaue Flecke hinterlässt; diese blaue Färbung aber wird immer desto schwächer, je vorgeschrittener das Entwickelungsstadium des Eies, von welchem das zur Probe genommene Eiweiss herstammte, war. Indem ich mich vorläufig bei der Erklärung der Ursache dieser beständigen Verminderung der Alkalescenz des Eiweisses nicht aufhalten kann, will ich nur noch zufügen, dass es mir gelungen ist, diese Thatsache mittels ganz genauer alkalimetrischer Methoden weiter zu

ergründen, wobei ich meine Untersuchungen sowohl mit dem Tataeiweisse der Rabeneier, wie auch mit dem gewöhnlichen Hühnereiweisse unternommen habe; doch darauf werde ich noch weiter unten zurückkommen. Bei Zusatz von Salpetersäure im Ueberschusse, von Alcohol, Tannin, salpetersaurem Silber, essigsaurem Blei, Sublimat, Millon'schem Reactiv und gelbem Blutlaugensalz, bei Gegenwart eines Ueberschusses von Essigsäure, giebt Tataeiweiss gleich der Mehrzahl der Eiweisskörper einen Niederschlag; mit conc. Salpetersäure giebt dasselbe die Xanthoproteinsäurereaction, mit Aetznatron und schwefelsaurem Kupfer eine violetrothe Färbung der Lösung; wird Tataeiweiss in's Blut der Säugethiere eingeführt, so erfolgt die Ausscheidung desselben durch den Harn, wie es auch mit gewöhnlichem Hühnereiweisse stattfindet, doch vielleicht weniger energisch.

Im Anfange glaubte ich, dass das Tataeiweiss ein ausschliessliches Attribut frischer Uferschwalbeneier sei, jedoch bald gelang es mir, mich vom Gegentheil zu überzeugen; die frischen Eier der Drossel, der Gartenammer, der Taube, des Canarienvogels, des Gimpels, des Finken, Gartenrothschwänzchens, Sperlings, der Nachtigall, des Raben und der Kornkrähe, enthalten, nachdem sie hart gesotten worden sind, dasselbe glasartige Tataeiweiss wie die Uferschwalbeneier. Nur ist zu bemerken, dass die Mehrzahl der frischen, hartgesottenen Taubeneier ein leicht opalescirendes, weissliches Eiweiss ergaben, und die grössere Minderzahl ein ganz durchsichtiges, sich dem Aussehen nach in Nichts vom Tataeiweisse unterscheidendes Eiweiss zeigten. Ich mache hiermit den Leser darauf aufmerksam, da dieser Umstand, wie wir es weiter unten sehen werden, ein ganz besonderes Interesse darbieten wird.

Frisches Eiweiss aller obengenannten Vögel besitzt fast alle charakteristischen physikalisch-chemischen Eigenschaften, die auch im Tataeiweisse der Uferschwalbeneier zu finden sind, sowohl was die Durchsichtigkeit und die Fluorescenz, wie auch was die Temperatur der Gerinnung, die Alkalescenz u. s. w. anbelangt; deswegen brauche ich mich auch nicht mit der ausführlichen Beschreibung der Eigenschaften speciell eines jeden dieser Eiweisse aufzuhalten; auch der Wassergehalt und die Menge fester Bestandtheile sind im Eiweisse fast aller obengenannten Vögel annähernd gleich denen des Tataeiweisses der Uferschwalbeneier, wie es übrigens aus folgender Tabelle noch besser zu ersehen ist:

Tabelle Nr. 3.

Vogel gattung.	Die zur Untersuchung genommene Eiweissmenge.	Wassergehalt des Eiweisses.	Wassergehalt in % berechnet.	Feste Bestandtheile.	Menge fester Bestandtheile in % ausgerechnet.	Bemerkungen.
Rabe	3,896	3,4986	89,8	0,3974	10,2	Frische Eier.
"	2,15225	1,958	90,8	0,19425	9,2	
"	1,9585	1,7785	90,81	0,18	9,19	
Kornkrähe	1,237	1,089	88,1	0,148	11,9	
"	1,3165	1,19	90,4	0,1265	9,6	
"	9,7005	8,7693	90,4	0,9312	9,6	
"	0,42	0,369	87,9	0,051	12,1	Das Ei hatte einige Zeit gelegen.
Taube	2,5055	2,259	90,1	0,2465	9,9	Frische Eier.
"	1,791	1,599	89,2	0,192	10,8	
"	2,4205	2,1315	88,0	0,289	12,0	
"	2,541	2,278	89,6	0,263	10,4	
"	1,686	1,506	89,3	0,180	10,7	
"	2,674	2,409	90,0	0,265	10,0	
"	2,453	2,188	89,1	0,265	10,9	
"	2,915	2,598	89,1	0,317	10,9	
Sperling	2,024	1,814	89,7	0,21	10,3	
"	2,418	2,174	90,0	0,244	10,0	
Nachtigall	0,421	0,3785	89,1	0,0425	10,1	
Drossel	1,11	0,9956	89,7	0,11433	10,3	
"	0,911	0,82264	90,3	0,08836	9,7	Frische Eier.
Fink	0,531	0,4748	89,4	0,0562	10,6	
Canarienvogel	0,341	0,3085	89,0	0,0375	11,0	

Uebereinstimmend mit den in dieser Tabelle angeführten Zahlen ist das frische Eiweiss aller obengenannten Vögel, gleich dem Uferschwalbeneiweisse, dünnflüssiger als das Hühnereiweiss; ausserdem besitzt dasselbe noch verschiedene Farbenschattirungen.

So z. B. ist das Eiweiss des Raben, der Kornkrähe, der Drossel grünlich; dabei behält dieses Eiweiss auch im geronnenen Zustande die grünliche Färbung. Das Taubeneiweiss lässt bei einer bestimmten Beleuchtung ganz deutlich eine schwach bläuliche Farbe erkennen, während das Eiweiss der übrigen obengenannten Vogelarten vollständig farblos ist, wodurch es sich vom gewöhnlichen Hühnereiweisse, welches, wie bekannt, im flüssigen Zustande eine gelbliche Färbung besitzt, unterscheiden lässt.

Am leichtesten erhält man ganz charakteristisches, durchsichtiges und glasartiges Eiweiss aus den Eiern der Raben und der Kornkrähe, da ihre so leicht bemerkbaren Nester schon in den Monaten April und Mai, selbst in städtischen Gärten und Wiesen, dem Forscher so zu sagen immer zur Verfügung stehen, und auch weil die Eier dieser Vögel ihrer Grösse wegen Tataeiweiss im Ueberflusse liefern. Deswegen bediente ich mich auch derselben zur genauen Bestimmung des specifischen Drehungsvermögens des Tataeiweisses.

Diese Bestimmungen des spec. Drehungsvermögens wurde von mir unter Beobachtung folgender zweier Bedingungen unternommen: einmal nahm ich vollkommen frisches, dünnflüssiges, unverdünntes Eiweiss, welches nach gründlichem Durchschneiden mittels einer Scheere durch feine Mousseline filtrirt wurde; das andere Mal wurde das zur Untersuchung genommene Eiweiss sowohl von den darin befindlichen Membranen, wie auch von den globulinartigen Körpern nach den allgemein bekannten Methoden folgendermassen befreit: das mittelst 20 Vol. destillirten Wassers verdünnte Eiweiss wurde durch Zusatz einer 1 % Essigsäurelösung leicht angesäuert, worauf durch dasselbe ein Strom CO_2 geleitet wurde; der darauf zum Vorschein kommende Niederschlag wird abfiltrirt, das Filtrat bei einer Temperatur von 40° C. bis zum ursprünglichen Volumen verdichtet, worauf dasselbe zu der mittelst des Polaristrobometers von Wild beim Lichte einer Petroleumlampe ausgeführten Untersuchung diente. Ich zog das Licht einer Petroleumlampe der gelben Natronflamme vor, da bei Anwendung derselben es mir sehr schwer fiel, das der Genauigkeit der Bestimmung sehr hinderliche Flackern der Flamme zu vermeiden; andrerseits in Anbetracht des geringen Ablenkungswinkels (2—4°), welchen die untersuchten Eiweisskörper für's polarisirte Licht bewirken, konnte die Anwendung des so beständigen und gleichmässigen Lichts einer Petro-

leumlampe gar keine beachtenswerthen Fehler mit sich bringen. Endlich war das starke und helle Licht der Petroleumflamme bei den Experimenten mit unverdünntem Eiweisse, welches wie bekannt das Licht energisch absorbirt, fast unentbehrlich; bei der verhältnissmässig schwachen, gelben Natronflamme bleibt das Gesichtsfeld selbst bei einer nur 1 Decimeter langen Polaristrobometerröhre so dunkel, dass es nicht möglich ist die Interferenzlinien zu unterscheiden. Nach diesen unumgänglichen, vorläufigen Erklärungen schreite ich zur Beschreibung der Experimente:

Tataeiweiss aus Rabeneiern.

Bemerkung: Zu diesen Untersuchungen wandte ich unverdünntes, von den globulinartigen Körpern nicht befreites Tataeiweiss an.

1) Es wurden 12 ccm Eiweiss, in welchem 1,097 gr fester Bestandtheile gefunden wurden, zur Untersuchung genommen; demnach enthält 1 ccm dieses Eiweisses 0,091 gr fester Bestandtheile, der aus 10 Bestimmungen festgestellte Mittelwerth beträgt für den Ablenkungswinkel = 3,12°. Folglich $a = \frac{3{,}12^0}{1.0{,}091} = -34{,}2^0$.

2) Genommen wurden 12 ccm Eiweiss, welche 1,3404 gr fester Bestandtheile enthalten, demnach in einem ccm der untersuchten Flüssigkeit 0,117 ccm fester Bestandtheile; der aus 10 Bestimmungen erhaltene Mittelwerth des Ablenkungswinkels ist gleich 3,81°. Folglich $a = \frac{3{,}81^0}{1.0{,}117} = -34{,}1^0$.

Bemerkung: Untersuchungen des von den Globulinen u. s. w. befreiten Tataeiweisses.

3) In 12 ccm Eiweiss werden 0,4835 gr fester Bestandtheile gefunden, demnach in 1 ccm 0,04029 gr; der aus 10 Bestimmungen festgestellte Ablenkungswinkel ist = 1,37°. Folglich $a = \frac{1{,}37^0}{1.0{,}04029} = -34^0$.

4) In 12 ccm der Flüssigkeit werden 0,512 gr fester Bestandtheile gefunden, also in 1 ccm 0,04266 gr; der aus 10 Bestimmungen erhaltene Mittelwerth des Ablenkungswinkels ist = 1,46. Folglich $a = \frac{1{,}46}{1.0{,}04266} = -34{,}3^0$.

Hühnereiweiss.

Bemerkung: Untersuchungen mit unverdünntem und von den Globulinen nicht befreitem Eiweisse.

1) Es wurden zur Untersuchung 12 ccm Eiweiss, in welchem 1,427 gr fester Bestandtheile enthalten sind, genommen; demnach in 1 ccm 0,118 gr fester Bestandtheile; der aus 10 Bestimmungen festgestellte Ablenkungswinkel ist = 3,49°. Folglich $a = \frac{3{,}49^0}{1.0{,}118} = -29{,}5^0$.

2) Genommen werden 12 ccm Eiweiss, dieselben enthalten 1,908 gr fester Bestandtheile, in 1 ccm also 0,159 gr fester Bestandtheile; der aus 10 Bestimmungen berechnete Mittelwerth ist für den Ablenkungswinkel = 4,77°. Folglich $a = \frac{4{,}77^0}{1.0{,}159} = -30^0$.

Bemerkung. Diese Versuche werden mit von den Globulinen u. s. w. befreitem Hühnereiweisse vorgenommen.

3) In 12 ccm Flüssigkeit werden 1,015 gr fester Bestandtheile gefunden, also in ccm 0,08458 gr. Der aus 10 Bestimmungen berechnete Ablenkungswinkel ist = 2,97°. Folglich $a = \frac{2{,}97}{1.0{,}08458} = -35{,}1^0$.

4) In 12 ccm Flüssigkeit werden 1,212 gr fester Bestandtheile, demnach in 1 ccm 0,101 gr gefunden. Der aus 10 Bestimmungen festgestellte Mittelwerth ist für den Ablenkungswinkel = 3,56. Folglich $a = \frac{3{,}56}{1.0{,}101} = -35{,}3^0$.

Die von mir bei der Bestimmung des spec. Drehungsvermögens des von Globulinen u. s. w. befreiten Eiweisses der Hühnereier erhaltenen Zahlen sind fast identisch mit der von Hoppe-Seyler[1]) schon früher für das Hühnereiweiss gefundenen Zahl (35,5). Der Unterschied findet wahrscheinlich seine Erklärung entweder darin, dass meine Beobachtungen und Bestimmungen beim Lichte einer Petroleumlampe und nicht beim gelben Lichte einer Natronflamme vorgenommen wurden, oder dass bei meinen Untersuchungen undialysirtes Eiweiss zur Verwendung kam. Bei Betrachtung der obenangeführten Zahlen sehen wir, dass das von Globulinen befreite Tataeiweiss ein geringeres spec. Drehungsvermögen der Polarisationsebene (fast auf 1°), als bei sonst gleichen Verhältnissen das Hühnereiweiss besitzt.

Damit die Resultate noch genauer ausfallen möchten, hätte man natürlich auch das Vermögen der verschiedenen Eiweissarten im dialysirten Zustande, die Polarisationsebene abzulenken, untersuchen müssen. Aber ich wurde gezwungen diese meine Absicht ganz und gar aufzugeben, da das zum Dialysiren bei Seite gestellte Tataeiweiss schon nach einer Woche, trotz der umgebenden, niedrigen Temperatur von 5—8° C., in Verwesung überging. Dabei aber glaube ich, dass der so unbedeutende Gehalt des Tataeiweisses an Mineralbestandtheilen kaum zu irgend welchen groben Fehlern bei der Bestimmung des spec. Drehungsvermögens führen kann, wovon wir uns auch überzeugen können, vergleichen

1) Zeitschrift für Chemie u. Pharmacie, 1864, Seite 739.

wir die von uns für's Hühnereiweiss erhaltenen Zahlen mit den schon früher von anderen Forschern genau festbestimmten und denselben fast gleichwerthigen Zahlen.

Sehen wir auch, dass ein von einer Beimischung von Globulinen und von verschiedenartigen Membranen befreites Tataeiweiss ein im Vergleich zum Hühnereiweisse geringeres spec. Drehungsvermögen besitzt, so beobachten wir gerade das Umgekehrte, wenn bei den Bestimmungen unverdünntes, frisches und undurchschnittenes Tataeiweiss, bei sonst ganz gleichen Bedingungen, mit Hühnereiweisse verglichen wird. So haben wir schon gesehen, dass das spec. Drehungsvermögen des unverdünnten Tataeiweisses in einem Falle = —34,2°, im andern Falle = —34,1° war, während das unverdünnte Hühnereiweiss die Polarisationsebene ein Mal nur auf —29,5°, das andere Mal auf —30° ablenkte. Auf welche Art und Weise könnte man nun dieses so unerwartete Resultat erklären?

Die Sache verhält sich nämlich folgendermassen: wenn wir noch vollkommen intactes Hühnereiweiss vor uns haben, so enthält es ausser dem bei Hitzeeinwirckung coagulirenden Eiweiss, d. h. ausser dem reinen Eieralbumin, noch eine nicht geringe Menge anderer Eiweisskörper, welche durch Zusatz zum frischen Eiweiss eines grossen Quantums Wasser mittelst Durchleitens eines Stromes CO_2 durch Ansäuerung mit einer schwachen 1% Essigsäurelösung gefällt werden können; in diesem Augenblicke interessirt mich ganz besonders der beim Verdünnen des vollkommen intacten Eiweisses mit einem grossen Wasserquantum sich bildende und von Lehmann[1]) Eieralbumin benannte Niederschlag. Nach den Untersuchungen von A. Danilewsky[2]) bewirken weder Kochsalz- noch alkalische Lösungen desselben irgend eine Ablenkung des polarisirten Lichtes, demnach auch das spec. Drehungsvermögen dieses Eiweisskörpers gleich Null sein muss.

Dieser Eiweissstoff, d. h. das Lehmann'sche Eieralbumin, ist, wie meine Untersuchungen lehren, im intacten Tataeiweisse (wenn auch aus Rabeneiern), im Vergleiche zur grossen Menge desselben im Hühnereiweisse, nur in ganz minimalen Quantitäten enthalten. Auf Grund dieser Thatsachen ist es leicht zu begreifen,

1) Lehrbuch der Physiologischen Chemie, 1852.

2) Milit. Medicin. Zeitung, 1871, Seite 19 (russisch)

warum frisches, unverdünntes Tataeiweiss das polarisirte Licht stärker, als bei gleichen Verhältnissen frisches Hühnereiweiss ablenkt. Das erste besteht fast nur aus einem auf das polarisirte Licht wirkenden Eiweissstoffe, während das zweite zugleich noch eine bedeutende Menge eines sich zur Polarisationsebene vollkommen indifferent verhaltenden Eiweisskörpers enthält. Deshalb müssen wir bei der Bestimmung nach der allgemein bekannten Formel des spec. Drehungsvermögens des unverdünnten Eiweisses der Hühnereier (indem wir dabei den sich indifferent verhaltenden Körper vorher nicht entfernen) geringere Zahlen als für ganz intactes, unverdünntes Tataeiweiss, in welchem der zum polarisirten Lichte sich indifferent verhaltende Eiweissstoff nur in ganz unbedeutenden Quantitäten vorzufinden ist, erhalten. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass, wie zu ersehen ist, Tataeiweiss sowohl vor, wie nach der Ausscheidung der obengenannten Eiweisskörper, dennoch fast ein und dasselbe, —34° mit einem Bruchtheile betragende spec. Drehungsvermögen besitzt, während das spec. Drehungsvermögen des Hühnereiweisses, nach Entfernung des auf das polarisirte Licht nicht wirksamen Eiweisskörpers, von —30° auf —35° mit einem Bruchtheil steigt und folglich noch auf 1° wirksamer als Tataeiweiss wird.

Weiter unten werde ich noch auf die chemische Charakteristik des Tataeiweisses zurückkommen.

§ 3. Indem ich bemüht war irgend eine Regelmässigkeit in der Vertheilung des Tataeiweisses in den Eiern verschiedener Vögel aufzufinden, wurde meine Aufmerksamkeit ganz zufällig auf die Thatsache hingelenkt, dass nämlich die Vögel, in deren Eiern Tataeiweiss vorkommt, alle zu den Nesthockern gehören, d. h. zu den Vögeln, welche aus dem Ei mehr oder weniger kahl, unbefiedert, blind und unfähig regelmässige Bewegungen auszuführen, kriechen. Die Uferschwalbe, die Drossel, die Gartenammer, der Canarienvogel, der Fink, das Gartenrothschwänzchen, die Taube, der Sperling, die Nachtigall, der Rabe, die Kornkrähe und der Gimpel gehören alle, wie bekannt, zur ebengenannten Abtheilung von Vögeln, während wir das weisse Eiweiss (nach dem Sieden) in den Eiern aller unserer Hausvögel, nämlich der Hühner, der Truthenne, der Enten, Gänse, die zu den Nestflüchtern gehören, d. h. zu den Vögeln, deren Junge aus dem Ei sehend, befiedert und regelmässige Bewegungen auszuführen fähig, herauskriechen,

vorfinden. Da alle Nesthocker, mit deren Eiern ich Untersuchungen angestellt habe, eine wilde oder halbwilde Lebensweise (Taube) führen, so war es natürlich, dass ich mir sogleich die Frage vorlegte, ob denn die Anwesenheit des Tataeiweisses in den Eiern derselben nicht von der ganz eigenartigen Nahrung, die sie im wilden Zustande geniessen, abhänge? Deshalb war es für mich wichtig, die Eier irgend welcher wilder Nestflüchter zu untersuchen und zu erforschen, ob sie Tataeiweiss oder gewöhnliches Hühnereiweiss enthalten. Zu meinem Glück gelang es mir, zwanzig ganz frische Eier von Wachtelkönigen und Rebhühnern, die wie bekannt zu den Nestflüchtern gehören, zu erhalten; das nach dem Kochen geronnene Eiweiss derselben war vollkommen weiss und undurchsichtig und unterschied sich dem Aussehen nach in Nichts vom gewöhnlichen Hühnereiweisse; gleich diesem wurde es nur langsam in künstlichem Magensafte verdaut. Das spec. Drehungsvermögen des Eiweisses der Wachtelkönigeier ist ungefähr dem des gewöhnlichen Hühnereiweisses gleich. Aus diesen Thatsachen kann man aber den Schluss ziehen, dass das Vorkommen der einen oder anderen Eiweissart in den Eiern verschiedener Vögel nicht von der Art der Nahrung dieser Thiere abhängig sein kann, sondern muss im Zusammenhange mit allgemeinen, uns noch wenig bekannten, physiologischen Ursachen, welche die Eintheilung der Vögel in Nestflüchter und Nesthocker begründen, sein, oder von den anatomischen und physiologischen Unterschieden, die wir in der Einrichtung des Drüsen-Apparates der Oviducte beider Vogelabtheilungen vorfinden, abhängen. Aus den von mir angestellten Beobachtungen kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass alle frischen Nesthockereier, durchsichtiges Tataeiweiss, alle Nestflüchtereier aber gewöhnliches weisses Hühnereiweiss enthalten müssen. Die Richtigkeit dieser meiner Grundthese, welche auf alle von mir untersuchten frischen Eier vollkommen passt, müsste noch auf sehr grossem Maassstabe mit frischen Eiern aller exstirenden Vogelgattungen von Ornithologen und Oologen geprüft und bestätigt werden.

Es ist uns schon bekannt, dass zu den Nesthockern die Accipitres, Scansores, Hyanthes, Psittacae und Oscines, während zu den Nestflüchtern die Gallinae, Hydrogallinae, Cursores, Grallae und Natatores gehören; die Tauben aber, wie allgemein angenommen wird, speciell aber, nach der Meinung

unseres bekannten russischen Ornithologen Prof. M. N. Bogdanoff[1]), eine Mittelgruppe zwischen Nestflüchtern und Nesthockern bilden. Demgemäss sehen wir auch, dass das durch Hitze zur Coagulation gebrachte Eiweiss der Taubeneier in der Mehrzahl der Fälle, was die weisse Färbung und die Durchsichtigkeit betrifft, eine Mittelstellung zwischen dem Tataeiweisse und dem gewöhnlichen Hühnereiweisse, einnimmt. Da aber dennoch auf 10, dem Anscheine nach ganz frische Taubeneier immer 2—3 aufgefunden werden, die ein vollkommen durchsichtiges Tataeiweiss enthalten, und da, wie es der Leser weiter unten sehen wird, diese Eiweissart bei der Entwickelung des Eies nach und nach in eine Modification des gewöhnlichen Hühnereiweisses übergeht, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass die unlängst gelegten Taubeneier im Anfange ein vollkommen durchsichtiges Tataeiweiss enthalten, dass aber schon bei gewöhnlicher Körpertemperatur, leicht sich in weisses Hühnereiweiss verwandelt. Die Aehnlichkeit frischer Taubeneier mit den von mir untersuchten Nesthockereiern würde sich demnach folgendermassen charakterisiren lassen: in beiden Eierarten ist nämlich anfangs durchsichtiges Tataeiweiss vorhanden, aber in den Taubeneiern geht diese Eiweissart unvergleichlich leichter und rascher, als in den Eiern der reinen Vertreter der Nesthockergruppe, in die weisse Hühnereiweissform über.

Während ich im Laufe dieses Frühlings (1883) die von mir noch im Sommer vorigen Jahres unternommenen Untersuchungen weiter vervollständigte, erfuhr ich zufällig, dass viele Liebhaber gastronomischer Genüsse sich oft an Stelle gewöhnlicher Hühnereier, Kiebitzeier vorlegen lassen, die im hartgesottenen Zustande ein vollkommen durchsichtiges, glasartiges Eiweiss, in dessen Mitte man ganz deutlich das Dotter sehen kann, enthalten. Dieses Factum war für mich im höchsten Grade interessant, da es ja ganz und gar der von mir eben ausgesprochenen Behauptung über die Verbeitung der verschiedenen Eiweissarten in den Eiern der Nestflüchter und Nesthocker widersprach; und in der That erwies es sich, dass der Kiebitz, der eigentlich zu den Sumpfvögeln gehört und demnach ein Nestflüchter sein muss, dennoch Eier mit durchsichtigem, glasartigem Eiweiss legt. Da ich mich aber davon

1) Modest Bogdanoff, Mélanges Biolog. de l'Acad. Impér. des Sc. de St. Petersb. 1880, 29. Avr., 11. Mai.

persönlich überzeugen wollte, gelang es mir auch, nach langem Suchen hier in St. Petersburg 15 frische, aus Berlin importirte Kiebitzeier zu erhalten, und nachdem dieselben gesotten worden waren, fand ich wirklich ein dem Tataeiweisse der Nesthockereier ähnliches, nur ein weniger flüssiges und nicht ganz so durchsichtiges Eiweiss. Es gelang mir aber auch zugleich mich zu überzeugen, dass, obgleich dieses Eiweiss besonders wegen seines gallertartigen und durchsichtigen Aussehens dem Tataeiweisse wohl ähnlich ist, es aber dennoch in mancher Hinsicht von demselben verschieden ist, so z. B. enthält das Eiweiss der Kiebitzeier im frischen Zustande gleich dem Hühnereiweisse eine geringere Menge Wasser als Tataeiweiss; es gerinnt bei einer niedrigeren Temperatur (zwischen 55—60 ° C.) als Tataeiweiss, wird auch langsamer im künstlichen Magensafte, aber doch leichter als Hühnereiweiss verdaut.

Die Resultate einiger hier folgenden Analysen zeigen in der That, dass der Procentgehalt an Wasser und an festen Bestandtheilen im Eiweisse der Kiebitzeier wenn auch nicht vollkommen identisch, so doch fast gleich dem des Hühnereiweises ist.

Tabelle Nr. 4.

Eier.		Die zur Untersuchung genommene Eiweissmenge.	Wassergehalt des Eiweisses.	Wassergehalt in % berechnet.	Feste Bestandtheile.	Menge fester Bestandtheile in % ausgedrückt.	Bemerkungen.
Kiebitzeier.	1	2,4835	2,1785	87,9	0,305	12,1	Frische Eier.
	2	1,8055	1,5745	87,3	0,231	12,7	
	3	2,5	2,2025	88,1	0,2975	11,9	
	4	2,132	1,873	87,81	0,259	12,19	

Auf welche Weise könnte man nun die Thatsache erklären, dass die Kiebitzeier, d. h. die Eier eines in die Zahl der Nestflüchter gehörenden Vogels, dennoch ein dem durchsichtigen Tataeiweisse sehr ähnlich aussehendes Eiweiss enthalten?

Die Erklärung könnte die folgende sein: die Brutzeit für

Kiebitzeier wird von Brehm[1]) auf 16 Tage geschätzt und entspricht also der Brutzeit aller Nesthockereier, da nach Schinz die Nesthocker 12—16 Tage, die Nestflüchter aber 21—28 Tage brüten. Ausserdem sind die jungen Kiebitze beim Herauskriechen aus dem Ei nur mit Flaum bedeckt und verlassen ihr Nest nicht sogleich nach dem Durchbruche des Eies. Also in diesem dreifachen Verhalten zeigen die Kiebitze eine gewisse Verwandtschaft mit den Nesthockern und deshalb finden wir auch in den Eiern dieser Vögel dem Tataeiweiss ähnliches Eiweiss. Andererseits spricht das Herauskriechen der jungen Kiebitze, sehend und mit Flaum bedeckt, dann ebenso ihre, durch sehr frühzeitiges Verlassen des Nestes gekennzeichnete rasche Entwickelung, die sehr bald eintretende Umwandlung des Flaums in wirkliche Federn und die sich rasch entwickelnde Fähigkeit zum Laufen [2]) ganz untrüglich für eine ziemlich nahe Verwandschaft mit Nestflüchtern. Uebereinstimmend mit diesen Thatsachen findet man auch bei ihnen (wie es weiter unten angeführt sein wird) dieselben quantitativen Verhältnisse des Eidotters zum Eiweisse, die überhaupt den Eiern der Nestflüchter eigen sind.

Mich interessirte ganz besonders die Frage, ob denn auch andere Sumpfvögel Eier legen, welche, was die Beschaffenheit des Eiweisses und das Verhältniss des Eiweisses zum Eidotter anlangt, irgend eine Aehnlichkeit mit Kiebitzeiern aufweisen. Unglücklicherweise gelang es mir nicht, trotz aller möglichen Bemühungen, weder im vorigen, noch in diesem Jahre mir Eier irgend welcher Sumpfvögel zu verschaffen. Trotzdem aber habe ich recht viele Gründe zu glauben, dass vielleicht auch die Eier vieler anderen Sumpfvögel, wenn auch bis jetzt die Zusammensetzung solcher Eier noch nicht untersucht worden ist, dennoch mit den Kiebitzeiern viel Aehnlichkeit besitzen. Mir ist es aber nicht gelungen, in der von mir fast vollkommen durchgemusterten einschlägigen Literatur für irgend einen anderen Sumpfvogel so eine kurze Brutzeit, wie Brehm sie für den Kiebitz angibt, nämlich 16 Tage, aufzufinden. Für den Storch wird die Brutzeit auf 28—31 Tage, für Reiher auf drei Wochen geschätzt; was die anderen Vögel betrifft, konnte ich keine bestimmten Beobachtungen finden. Nichts-

1) Brehm, Illustrirtes Thierleben Bd. IV, Seite 596.

2) Brehm, loc. cit. Seite 599.

destoweniger haben der Kranich, der Storch und der Reiher doch eine gewisse Aehnlichkeit mit Nesthockern, denn nachdem sie aus dem Ei herausgekrochen sind, bleiben sie doch noch einige Zeit im Neste sitzen, wobei sie von den Eltern gefüttert und getränkt werden; somit sind sie doch während der ersten Tage ihres Daseins ganz unbeholfen. Nach Brehm zeichnet sich besonders der Reiher durch seine Unbehülflichkeit und spärliche Entwickelung beim Erscheinen auf der Welt aus: er sitzt, nur spärlich mit Flaum bedeckt, wenigstens noch während 4 Wochen nach dem Herauskriechen aus dem Ei in seinem Neste, worauf er erst im Stande ist herauszufliegen; nach demselben Schriftsteller verlassen die Störche ihr Nest nicht vor 2 Monaten; erst nach dieser langen Zeitfrist machen sie die ersten Flugversuche. Die Kleinen sitzen während der ersten Tage ihres Daseins bewegungslos auf den Fersen, erst später stellen sie sich direct auf die Füsse; der Vater und die Mutter müssen sie nicht nur füttern, sondern auch tränken. Die Wasserschnepfe sitzt aber nur kurze Zeit nach dem Verlassen des Eies im Neste.

Durch die hier aufgezählten sonderlichen Eigenthümlichkeiten sind die obengenannten Sumpfvögel den Nesthockern ähnlich, und vielleicht legen sie gleich dem Kiebitze Eier eines gemischten Typus, d. h. solche, welche ausser durchsichtigem, das unumgängliche Attribut reiner Nesthocker ausmachendem Tataeiweisse noch einen verhältnissmässig voluminösen Eidotter, der, wie wir weiter sehen werden, eine charakteristische Eigenthümlichkeit der Nestflüchtereier ausmacht, enthalten. Diese Frage erfordert eine genaue Bearbeitung und verdient wohl, wegen ihrer hohen wissenschaftlichen Bedeutung, die volle Beachtung der Ornithologen und Biologen im wahren Sinne des Wortes.

Im Anschluss an die von mir hier auseinandergesetzte Frage halte ich es für nicht ganz überflüssig, einige Bemerkungen über die allgemein gebräuchliche Eintheilung der Vögel in Nesthocker und Nestflüchter beizufügen. Es ist kaum praktisch und zutreffend vorauszusetzen, dass in der Natur alle Vögel ausschliesslich in zwei grosse Gruppen von Nesthockern und Nestflüchtern eingetheilt sind. Viele Thatsachen sprechen eher für die Existenz einer grossen Menge vollkommen verschiedener Uebergangs- oder Mittelgruppen von Vögeln, von den echten Nesthockern anfangend und mit echten Nestflüchtern endigend. So haben wir ja schon

gesehen, dass einige Ornithologen die Tauben zu einer zwischen Nesthockern und Nestflüchtern sich einreihenden Mittelgruppe rechnen. Mir aber erscheint es möglich, den Begriff über die Uebergangsformen von der einen grossen Nesthockergruppe zu der andern Nestflüchtergruppe ganz bedeutend zu erweitern, wenn man nur als Grundlage der Gruppirung die Entwickelungsstufe sowohl wie die Schnelligkeit der Weiterentwicklung der aus dem Ei eben herausgekrochenen jungen Vögel, annehmen würde. Die Benennungen „Nesthocker" und „Nestflüchter" beweisen genügend, dass man zu den ersten die Vögel welche nach dem Herauskriechen aus dem Ei noch so schwach entwickelt sind, dass sie sich gezwungen fühlen, eine kürzere oder längere Zeitfrist noch im Neste zu sitzen, zu den zweiten solche, welche dank der vollkommeneren Entwickelung ihrer Organe sogleich oder kurze Zeit nach dem Herauskriechen aus dem Ei ihr Nest verlassen und schon im Stande sind, sich selbstständig zu ernähren und zu bewegen, rechnet. Von diesem Standpunkte aus betrachtet, können selbtverständlich in der Natur die verschiedensten Variationen von Vögeln, welche einerseits durch ihre Entwickelung den Nesthockern, andererseits auch mehr oder weniger den Nestflüchtern ähnlich sind, vorkommen. Wenn alle Vögel einfach in zwei solche Gruppen eingetheilt werden könnten, in denen alle Vertreter der einen Gruppe, gleich den Uferschwalben, Sperlingen und den Singvögeln überhaupt, die Vertreter aber der anderen, gleich den Hühnern, Gänsen, Wachtelkönigen, Birkhühnern u. s. w. aus dem Ei kriechen und sich weiterentwickeln würden, so wäre die Eintheilung aller Vögel in Nesthocker und Nestflüchter vollkommen naturgemäss und gerechtfertigt. Wir sehen jedoch, dass in der Natur die, wie bekannt, in ihren Schöpfungen keine scharfen Grenzen zulässt, ganz was Anderes zu finden ist. Nehmen wir z. B. den Storch oder den Reiher. Wie gesagt, bleiben diese beiden Vögel, nachdem sie aus dem Ei herausgekrochen sind, noch einen oder zwei Monate im Neste sitzen, wobei sie, um sich zu ernähren, fremder Hülfe bedürfen und deswegen wahrhaftig nicht zu den Nestflüchtern gerechnet werden können; und dennoch werden dieselben, gleich allen Sumpfvögeln, wegen der einmal angenommenen Klassifizirung in die Abtheilung der Nestflüchter versetzt. Der Kiebitz kriecht aus dem Ei nach einer zweiwöchentlichen Bebrütung und kann schon deshalb auf die Welt nicht so

entwickelt wie die Hühner, Birkhühner u. s. w. kommen; er verlässt aber auch niemals sein Nest sogleich, unterscheidet sich somit von den reinen Nestflüchtern; doch gleichzeitig beweisen der ihn bedeckende dichte Flaum, die Fähigkeit, bald nach dem Herauskriechen aus dem Ei zum Laufen und sich selbst zu ernähren, dass derselbe viel Aehnlichkeit mit den Nestflüchtern hat. Ich bin überzeugt, dass bei einer genaueren Kenntniss der ersten Entwickelungsstufen verschiedener Vögel man leicht noch eine viel grössere Anzahl Beispiele, gleich den eben erwähnten, auffinden könnte, um dann den Beweis zu führen, dass es Vögel gibt, die eigentlich einem gemischten Typus angehören, d. h. bei denen bald die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Nesthocker-, bald die der Nestflüchtergruppe mehr oder weniger vorwiegend sind. In dieser Hinsicht ist der Kiebitz ein ganz typischer Vertreter einer derartigen gemischten Gruppe und desshalb ist es ganz natürlich, dass die Eier desselben ebenso einen gemischten Charakter zeigen, wobei die im Ei enthaltene Tataeiweissart den Nesthockereigenschaften dieses Vogels, der verhältnissmässig voluminöse Dotter aber den Nestflüchtereigenthümlichkeiten desselben entspricht. Die Richtigkeit unserer Erklärungen kann nur durch zukünftige, mit verschiedenen Eierarten ausgeführte Untersuchungen geprüft und bestätigt werden, aber nur müssen die zu diesen Experimenten genommenen Eier von Vögeln, welche zu einer vorher ganz fest bestimmten gemischten Nesthocker-Nestflüchterart gehören, herstammen.

§ 4. Als ich in den vorhergehenden Abschnitten über Tataeiweiss sprach, sagte ich jedes Mal, wie der Leser es wahrscheinlich bemerkt haben wird, dass, um dasselbe zu erhalten, immer frische Nesthockereier verwendet wurden. Dieser Umstand ist von grosser Wichtigkeit, will man reines, durchsichtiges Tataeiweiss erhalten, wie mich übrigens folgende zufällige Beobachtung darüber belehrte. Die ungefähr Mitte Juni vorigen Jahres gesammelten Uferschwalbeneier lieferten nach dem Sieden immer ganz frisches, durchsichtiges und gelatineartiges Tataeiweiss. Alle andern, zwei Wochen später gesammelten Eier enthielten ein manchmal mehr oder weniger opalescirendes, trübes Eiweiss, manchmal wiederum ein ganz weisses, hartes, dem Anscheine nach vom Hühnereiweisse kaum zu unterscheidendes Eiweiss. Ein derartiges Eiweiss ergab einen Wassergehalt von ungefähr 83 %,

folglich hatte dasselbe während der Entwicklungsperiode der Eier annähernd 6 oder 7 % Wasser verloren im Vergleiche zum Wassergehalte im Eiweisse der frischen Eier. In den später gesammelten Eiern wurde auch dann und wann ein in verschiedenen Entwickelungsperioden sich befindender Embryo vorgefunden, wobei, je entwickelter derselbe war, desto mehr glich das noch übriggebliebene Tataeiweiss dem gewöhnlichen, weissen Hühnereiweisse. Da wir aus den Arbeiten von Prout, Voit, Julius Baumgärtner, Baudrimont und Martin St. Anges, Robert Pott und Preyer schon wissen, dass Eier während des Ausbrütens hauptsächlich in Folge ihres Wasserverlustes an Gewicht verlieren und da ganz dasselbe auch von mir, aber in einem noch höheren Grade, an den Nesthockereiern beobachtet wurde, so war es ganz natürlich sogleich vorauszusetzen, dass die Verwandlung des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss von der so auffälligen Verdichtung des Tataeiweisses, welche den Entwickelungsprocess des Vogelembryo kennzeichnet, abhängig sei. In der oben angeführten Beobachtung aber haben wir zugleich ein Factum, welches die Möglichkeit einer solchen Erklärung nicht zulässt, da wir gesehen haben, dass frisches Tataeiweiss sich mehr als auf 50 % verdichten lässt, ohne deshalb seine charakteristischen physikalisch-chemischen Eigenschaften einzubüssen. Demnach bleibt uns nur die Annahme übrig, dass Tataeiweiss eine ganz besondere, sich allmählich bei Einwirkung des Stoffwechsels oder desjenigen gegenseitigen Einflusses des Eidotters und des Eiweisses, welche die Entwickelung des Vogelembryo bedingen, in gewöhnliches Hühnereiweiss verwandelnde Eiweissart sei. Zu Gunsten dieser Idee werden weiter unten Thatsachen angeführt, die dieselbe vollkommen bestätigen und gar keine Zweifel über die Richtigkeit derselben in irgend welcher Hinsicht zulassen. Jetzt aber möge noch hinzugefügt werden, dass Alles über das Tataeiweiss der Uferschwalbeneier Gesagte auch vollkommen auf die Eier anderer Nesthocker (Taube, Drossel, Rabe, Kornkrähe, Sperling etc.) passt; in den Eiern derselben verwandelt sich auch während des Ausbrütens, d. h. während der Entwickelung des Embryo, das Eiweiss in gewöhnliches, weisses Hühnereiweiss. Somit stellt das Tataeiweiss einen wenig dauerhaften, unbeständigen und veränderlichen Körper dar, welcher als ein ganz eigenartiger, der Entwickelung des echten Hühnereiweisses vorausgehender Eiweissstoff betrach-

tet werden muss. In dieser Hinsicht könnte Tataeiweiss auch Eiprotoalbumin genannt werden.

Ganz dasselbe Verhalten zeigt das dem Tataeiweisse ähnliche Eiweiss der Kiebitzeier. Legt man dieselben in die Brutkammer bei einer beständigen Temperatur, die mittelst des Apparates von d'Arsonval immer auf gleicher Höhe (37,5 ° C.) erhalten wird, so enthalten sie schon nach einer Woche ein nach der mittels Wärmeeinwirkung hervorgerufenen Gerinnung ganz weisses, undurchsichtiges, festes, dem gewöhnlichen weissen Hühnereiweisse recht ähnlich aussehendes Eiweiss. Somit treffen wir auch hier einen Uebergang des dem Tataeiweisse ähnlichen Eiweisses in gewöhnliches weisses Hühnereiweiss, was wir auch schon in den Eiern der echten Nesthocker beobachtet haben. Viel Interesse bietet auch folgende im Laufe unserer Untersuchungen gefundene Thatsache. Mehrere sowohl Kiebitz- wie auch andere Nesthockereier, behielten, trotz einer längeren Aufbewahrung in der Brutkammer, dennoch bis zuletzt das durchsichtige Tataeiweiss, wogegen die Mehrzahl der Eier nach derselben Zeitfrist stets schon das veränderte, oben beschriebene Eiweiss enthielten. Zugleich wurde in diesen, ganz unverändertes Eiweiss enthaltenden Eiern auch noch ein vollkommen runder, frei sich umherbewegender Dotter vorgefunden. Wahrscheinlich existirt eine solche Beständigkeit des Eiweisses nur in den unbefruchteten Eiern; desgleichen glaube ich, dass der Ausgangspunkt der Umwandlung des Tataeiweisses auch im Entwickelungsprocesse des befruchteten Eies zu suchen ist.

§ 5. Wegen dieser so bedeutenden Veränderlichkeit des Tataeiweisses war es recht interessant, sein Verhalten verschiedenen chemischen Agentien gegenüber zu untersuchen. Alle meine darauf hinausgehenden Experimente wurden mit Eiern von Tauben, Raben und Kornkrähen ausgeführt. Zu diesen Untersuchungen wurden selbstverständlich nur die nach dem Sieden ein vollkommen durchsichtiges Tataeiweiss enthaltenden Eier genommen.

Wurden in einem Bechergläschen zu 2 ccm flüssigem, frischen Tataeiweiss 2 bis 3 Tropfen einer concentrirten Lösung irgend eines Mittelsalzes, einer alkalischen Base, z. B. einer Kochsalz-, Glaubersalz-, Natronsalpeter-, chlorsauren Kali-, schwefelsauren Kali-, schwefelsauren Magnesialösung, zugesetzt, so erhielt man ein sich beim Einlegen des Bechergläschens in kochendes Wasser

bildendes Coagulum nicht mehr in Form des durchsichtigen Tataeiweisses, sondern als eine weisse, vollkommen harte, dem Aussehen nach sich in nichts vom Hühnereiweissgerinnsel unterscheidende Masse. Besonders energisch wurde eine derartige Reaction durch Zusatz einer Lösung Salpeter oder schwefelsaurer Magnesia hervorgerufen. Zusatz von 2—3 Tropfen einer Sodalösung bleibt wirkungslos.

Eine recht vorsichtige und schwache Ansäuerung frischen Tataeiweisses mittelst verdünnter Essigsäure bis zur Erscheinung einer neutralen Reaction ändert nur sehr wenig das charakteristische, bei t^0 des kochenden Wassers sich gewöhnlich bildende Tataeiweissgerinnsel; dasselbe bleibt dennoch durchsichtig und gallertartig, obgleich es darnach etwas opalescirend erscheint; aber eine weitere Ansäuerung des frischen Tataeiweisses mittels Essigsäure liefert, wenn darauf durch Hitzeeinwirkung eine Gerinnung hervorgerufen wird, ein Gerinnsel, das in Form einer weissen, harten Masse erscheint und dem Aussehen nach nur schwerlich vom unter gleichen Verhältnissen geronnenen Hühnereiweiss zu unterscheiden ist. Kürzer gesagt, es genügt zu 2 ccm frischen Tataeiweises einen Tropfen concentrirter Essigsäure zuzusetzen, um beim Kochen ein vollkommen weisses Gerinnsel zu erhalten. Ganz dasselbe bewirkt auch die Milchsäure.

Ein ganz besonderes Interesse bietet das Verhalten der CO_2 zum Tataeiweisse. Nimmt man ein gewisses Quantum des noch flüssigen und frischen Tataeiweisses (das einer Vorprüfung unterzogen, beim Kochen beständig ein durchsichtiges, glasartiges Eiweissgerinnsel bildete), giesst es in ein gläsernes, kugelförmiges Gefäss, aus welchem die Luft mittelst eines starken CO_2-Stromes gänzlich herausgetrieben wird, worauf die Oeffnungen desselben luftdicht verschlossen werden, damit keine Luft mehr hineinkommt, so merken wir, dass nach diesem, einige Minuten dauernden Verweilen des Tataeiweisses in einer CO_2-Atmosphäre, dasselbe bei Siedhitze ein vollkommen weisses, dem Aussehen nach gewöhnlichem Hühnereiweisse ganz und gar ähnliches Gerinnsel bildet. Ich erachte es für nöthig, beizufügen, dass der CO_2-Strom in's Gefäss nicht durch das in ihm enthaltene Tataeiweiss geleitet wurde, da ich ja sonst befürchtet hätte, dass möglicherweise irgend welche Flocken mechanisch mitgerissen und gefällt worden wären. Aus diesem Experimente folgt aber, dass flüssiges und frisches

Tataeiweiss durch CO_2-Einwirkung gewisse Modificationen erleidet, wobei es zu einer, vom gewöhnlichen Hühnereiweisse dem Aussehen nach nicht verschiedenen Eiweissart wird.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass eine derartige Umwandlung nur das flüssige Tataeiweiss treffen kann, da, wenn wir unter sonst ganz gleichen Verhältnissen, auf mittelst Siedhitze schon coagulirtes Tataeiweiss einen CO_2-Strom einwirken lassen, wir nicht mehr im Stande sind irgend welche Veränderung in demselben hervorzurufen, wie es übrigens zu ersehen ist, wenn man dasselbe wiederum bis zu t° des kochenden Wassers erwärmt; dann bleibt das Eiweiss, trotz der Anwesenheit der Kohlensäure, dennoch das gleiche, durchsichtige, glasartige Tataeiweiss.

Alle oben angeführten chemischen Körper die eine dem gewöhnlichen Hühnereiweisse sehr ähnliche Modification des Tataeiweisses hervorzurufen im Stande sind, ändern auch gleichzeitig und selbstverständlich die Temperatur, bei welcher sonst die ersten Spuren einer Gerinnung wässeriger Tataeiweisslösungen einzutreten pflegen, d. h. dieselbe wird niedriger. So fängt unverdünntes frisches Tataeiweiss bei einer t° von 80—85° C. an, die Consistenz einer durchsichtigen Gallerte zu erhalten, während nach einem Zusatz von neutralen Salzen oder der schon genannten Säuren die ersten Spuren einer Trübung oder eines Weisswerdens der Eiweisslösung schon bei einer Temperatur von ungefähr 50° C. ganz so, wie beim gewöhnlichen Hühnereiweisse erscheinen.

Was das im Wasser gelöste Tataeiweiss anbelangt, so genügt es, wie bekannt, dasselbe mit dem dreifachen Volumen destillirten Wassers zu verdünnen, um darauf beim Kochen weder eine durchsichtige, gallertartige Masse, noch irgend welche Trübung zu erhalten. Setzt man aber zu solchen Tataeiweisslösungen nur einige Tropfen einer concentrirten Lösung irgend welcher neutraler Salze, Essigsäure oder Milchsäure zu, so tritt bei Erwärmung der Flüssigkeit die Gerinnung unter Bildung eines weissen Niederschlags, wie es mit Hühnereiweiss vorzukommen pflegt, früher oder später ein.

Aus den eben angeführten Thatsachen könnte man den Schluss ziehen, dass der ganze Unterschied zwischen dem Tataeiweisse und dem gewöhnlichen Hühnereiweisse hauptsächlich entweder durch die bedeutendere Alkalescenz des ersten, oder durch

einen geringeren Salzgehalt irgend einer dieser beiden Eiweissarten bedingt wird, oder auch zugleich von diesen beiden Eigenschaften abhängig sei.

Wir wollen deswegen vor Allem die Tataeiweiss-Alkalescenz mit der des gewöhnlichen Hühnereiweisses vergleichen. Meine ersten, die basische Reaction beider Eiweissarten betreffenden Versuche wurden mittelst eines sehr empfindlichen, rothen Lackmuspapierchens ausgeführt und zeigten, dass vollkommen frisches Tataeiweiss dem Anscheine nach eine energischere alkalische Reaktion als gewöhnliches Hühnereiweiss besitzt. Aber dieses Resultat kann nur dann als richtig betrachtet werden, wenn zu solchen vergleichenden Untersuchungen ganz frisches Nesthockereiereiweiss genommen wurde, während das Hühnereiweiss gleichzeitig nicht vollkommen frisch war, da die Eier, welche man gewöhnlich im Laden kauft, immer schon eine geraume Zeit gelegen haben. Da ich bei meiner ersten Versuchsreihe den Zustand der Hühnereier fast gar nicht beachtete, zum Vergleiche aber immer nur ganz bestimmt frische, eben aus dem Neste genommene Nesthockereier gebraucht wurden, gelangte ich zu dem nicht ganz richtigen Schlusse, dass Tataeiweiss eine im Vergleich zum gewöhnlichen Hühnereiweisse beträchtlichere Alkalescenz besitzt. Es wurde aber später erwiesen, dass vergleichende Bestimmungen über den Grad der Eiweissalkalescenz verschiedener Eier nur unter der Bedingung als vollkommen richtig betrachtet werden können, dass alle Eier gleich frisch sein müssen, da die basische Reaction des Eiweisses beim Liegen, so wie auch bei der Entwickelung des Eies, nach und nach beständig schwächer wird, worauf ich übrigens schon früher die Aufmerksamkeit des Lesers hingelenkt habe; weiter unten wird dieses Factum durch genaue alkalimetrische Methoden nochmals bestätigt werden. Als ich mich somit überzeugt hatte, dass die Alkalescenz des Hühnereiweisses immer merklich schwächer wurde, je älter und besonders je entwickelter das zur Untersuchung genommene Ei war, nahm ich zum Experimentiren nur solche Hühnereier, die, wie es mir jedesmal ganz sicher bekannt war, erst am selben Tage, oder am Tage vorher gelegt worden waren. Unter strenger Beobachtung dieser Bedingungen gelangt man zu dem Schlusse, dass es gewöhnlich recht schwierig ist zu entscheiden, welche von den beiden Eiweissarten, ob Tataeiweiss, ob gewöhnliches Hühnereiweiss, eine aus-

gesprochenere alkalische Reaktion auf rothem Lackmuspapiere hervorzurufen im Stande ist. Das Hühnereiweiss scheint auf dem Reagenspapierchen deutlicher hervortretende, blaue Flecke als frisches Tataeiweiss hervorzurufen. Um diese Frage endgültig zu entscheiden, musste ich meine Zuflucht zu alkalimetrischen Bestimmungen nehmen. Es wurden vorerst normal titrirte Lösungen von Schwefelsäure und Aetzkali bereitet, wobei 1 ccm. der einen Lösung genau die Alkalescenz eines Cubikcentimeters der anderen Lösung neutralisirte. Darauf musste ich, wegen der so unbedeutenden Alkalescenz des Eiweisses, diese beiden normalen Lösungen so lange mit destillirtem Wasser verdünnen, bis dieselben 10 Mal schwächer wurden. Solche zehnfach verdünnte Lösungen wurden als sehr bequem und brauchbar zur Bestimmung der Alkalescenz der zum Vergleiche genommenen Eiweissarten gefunden. Um die Reaktionsveränderung anzuzeigen, wurde der analysirten Eiweissflüssigkeit eine höchst empfindliche Lackmustinctur zugesetzt. Die titrirten Lösungen waren von meinem hochgeschätzten Collegen Prof. Lösch in gefälligster Weise für mich bereitet. Ein Cubikcentimeter der zehnfach verdünnten Titre-Lösung der Schwefelsäure neutralisirte genau 0,0112 gr KHO. Da die Umwandlung der Zwiebelfarbe der Lackmustinctur in eine wirklich blaue Farbe leichter als der umgekehrte Farbenwechsel zu merken ist, so wurde zu dem für die Untersuchung bestimmten und mit der Lackmustinctur schon vermischten Eiweisse zuerst ein Ueberschuss der Schwefelsäurelösung zugesetzt, bis zum Entstehen einer deutlich die Zwiebelfarbe besitzenden Mischung, worauf der Säureüberschuss mittels einer Aetzkalilösung titrirt wurde. Die in Cubikcentimetern verzeichnete quantitative Differenz der verbrauchten Schwefelsäuremenge und der KHO-Lösung zeigte an den nun mittels Zahlen ausgedrückten Grad der Eiweissalkalescenz, da ja ein jedes Cubikcentimeter der zehnfach verdünnten H_2SO_4-Titre-Lösung 0,0112 gr KHO entsprach. Zum Schluss wurde die Alkalescenz noch in Procenten, die auf den festen Rückstand der analysirten flüssigen Eiweissmenge bezogen waren, ausgedrückt. Dieser feste Rückstand wurde vorher in einem aparten, nicht sehr bedeutenden Eiweissquantum bestimmt, und auf Grund dieser Bestimmungen, berechnete ich die Menge fester Bestandtheile, welche die zur Untersuchung genommene Eiweissportion enthalten musste. Jetzt erachte ich es für ganz zweckmässig, einige vergleichende alkali-

Vogelgattung.	Nr. des Versuchs.	Menge des zum Versuche genommenen frischen, flüssigen Eiweisses.	Menge fester Bestandtheile in demselben, in gr berechnet.	Wie viel ccm der H_2SO_4-Lösung die Eiweissalkalescenz neutralisirten.	Menge des KHO die der verbrauchten Menge der H_2SO_4-Lösung entspricht, in Gewichtstheilen ausgedrückt.	KHO in % berechnet und auf den festen Rückstand der analysirten Eiweissmenge bezogen.
Tataeiweiss; frische Eier.						
Rabe	1	13,790	1,2673	6,0	0,0672	5,3
Rabe	2	12,815	1,2302	5,5	0,0616	5,0
Rabe	3	9,7005	0,9312	3,8	0,04256	4,5
Taube	4	11,2615	1,18921	5,0	0,056	4,7
Taube	5	10,211	1,0211	4,6	0,05152	5,4
Taube	6	12,31	1,3541	5,1	0,05712	4,2
Rabe (ein schon bebrütetes Ei)	7	15,823	1,8829	2,4	0,02688	1,4
Rabe (d. Ei noch mehr bebrütet)	8	6,88	0,8324	0,6	0,00672	0,8
Taube (das Ei war während einer Woche bebrütet)	9	5,087	0,68572	1,7	0,0194	2,8
Taube (ein schon bebrütetes Ei)	10	6,1	0,854	1,2	0,01344	1,5
Hühnereiweiss; frische Eier.						
Henne	11	17,793	2,13516	14,0	0,1568	7,8
Henne	12	14,21	1,8473	11,2	0,12544	6,8
Henne	13	15,11	1,88875	12,1	0,13552	7,1
Henne	14	14,82	1,7784	12,0	0,1344	7,5
Schon bebrütete Eier.						
Henne (ein während einer Woche schon bebrütetes Ei)	15	17,8485	2,2310	9,5	0,1064	4,7
Henne (das Ei war ungefähr schon während 2 Wochen bebrütet)	16	16,5	2,64	5,6	0,06272	2,3
Henne (das Ei während einer unbestimmten Zeit bebrütet)	17	12,25	1,8375	4,5	0,0504	2,7

metrische Bestimmungen, die einerseits mit dem Eiweisse der Raben- und Taubeneier, andrerseits mit Hühnereiweiss ausgeführt worden sind, anzuführen (s. Tabelle S. 301).

Die in dieser Tabelle angeführten Zahlen beweisen aber, dass die Alkalescenz des Tataeiweisses nicht nur nicht bedeutender, sondern sogar geringer als die des gewöhnlichen Hühnereiweisses ist, so dass demnach die so charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses nicht in Abhängigkeit von der früher von uns vorausgesetzten, später aber de facto nicht aufgefundenen grösseren Alkalescenz desselben gestellt werden können.

Zu Gunsten der Unabhängigkeit der physikalisch-chemischen Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses von dem Unterschiede in der Alkalescenz beider Eiweissarten können noch folgende Experimente vorgebracht werden. Es ist möglich die Differenz der basischen Reaction des Tataeiweisses und des Hühnereiweisses durch vorsichtige Neutralisation beider Eiweissarten mittels einer 1% Essigsäurelösung vollkommen auszugleichen und dennoch bleibt fast derselbe Unterschied in diesen, was die Alkalescenz betrifft, jetzt doch ganz gleichartigen Eiweissstoffen bestehen. Auch unter solchen Verhältnissen wird Tataeiweiss unvergleichlich leichter im künstlichen Magensafte verdaut, geht früher in Verwesung über und wird leichter wie neutralisirtes Hühnereiweiss schimmlig. Obgleich das gallerartige Aussehen und die Durchsichtigkeit des neutralisirten und mittelst Hitzeeinwirkung coagulirten Tataeiweisses nicht so prägnant hervortreten, da dasselbe etwas consistenter und opalescirender wird, bleibt dennoch der im Anfang schon vorhandene Grundcharakter dieses Eiweissstoffes ganz deutlich erkennbar und wahrnehmbar.

Auf diese Weise gelangen wir auf Grund der obenerwähnten Thatsachen zu dem Schlusse, dass die Tataeiweiss so recht charakterisirenden, physikalisch-chemischen Eigenschaften nicht durch Reactionsunterschiede bedingt werden.

Durch die obenangeführten alkalimetrischen Messungen wird gleichzeitig auch durch Zahlenangaben die von uns schon früher mittels eines einfachen Lackmuspapierchens beobachtete, mit dem Altwerden oder mit der Entwickelung des Eies einhergehende, progressive Abschwächung der Tataeiweissalkalescenz bestätigt. Indem ich an einer anderen Stelle die glaubwürdigste Erklärung dieses Factums verzeichnen werde, will ich jetzt nur die Bemer-

kung einschalten, dass die Verminderung der Eiweissalkalescenz je nach der Entwickelungsstufe des Eies nicht nur in der Regel in den Eiern der Raben, der Tauben und überhaupt der Nesthocker stattfindet, sondern auch für das gewöhnliche Hühnereiweiss seine Gültigkeit hat, wie übrigens die Analysen Nr. 15, 16, 17 es beweisen.

Vorläufig habe ich nur eine geringe Anzahl Untersuchungen über den Salzgehalt des Tataeiweisses ausgeführt; ich bestimmte den festen Rückstand desselben und theilweise auch den Chlorgehalt, da nach der Menge dieses letzteren es leicht ist auch die Quantität der im Tataeiweisse enthaltenen Chloride zu berechnen. Zu diesen Bestimmungen wurde einerseits frisches Tataeiweiss, andererseits zum Vergleiche gewöhnliches frisches Hühnereiweiss, dessen Gehalt an Asche schon öfters von Lehmann, Poleck, Weber und vielen anderen bestimmt worden ist, genommen.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen wurde nach den allgemeingebräuchlichen und bekannten Methoden bestimmt; das Chlor, welches zur Bestimmung der in der einen oder anderen Eiweissart enthaltenen Chloridenmenge diente, wurde mittelst Titrirens mit einer Lösung von salpetersaurem Silber, der durch Salpetersäurezusatz leicht angesäuerten Lösung des Aschenrückstandes ermittelt. Ein jedes Cubikcentimeter der $AgNO_3$-Lösung entsprach 6,07 mgr Chlor. Die Anwesenheit von chromsaurem Kali ermöglichte den Moment der vollkommenen Fällung der in der Lösung enthaltenen Chlorverbindungen leicht zu merken, da dabei die Lösung in Folge der Chromsilberbildung sich ziegelroth färbte.

Hier muss noch bemerkt werden, dass die unter Nr. 10 verzeichnete Analyse mit frischem Perlhuhneiweiss ausgeführt wurde. Wenn wir nun einen vergleichenden Blick auf die weiter angeführte Tabelle werfen, so sehen wir vor allem, dass ungeachtet der grösstmöglichen Sorgfalt, welche bei diesen Untersuchungen stets beobachtet wurde, der Rückstand an Asche im Eiweisse ganz beträchtlichen Schwankungen unterliegt; bei Tauben zwischen 0,460 % und 0,931 %, bei Hühnern aber von 0,764 %—0,957 %; dabei muss ich noch bemerken, dass alle Eier fast immer vollkommen gleich frisch waren. Es ist wohl möglich, dass bei einer noch grösseren Anzahl derartiger Analysen diese Schwankungen bedeutend schärfer hervortreten würden. Jedenfalls aber ist es für uns im gegebenen Falle von grösster Wichtigkeit, hervorzuheben, dass die in den

Tabelle Nr. 6.

Nr. der Analyse.	Menge des zum Versuche genommenen Eiweisses.	Menge fester Bestandtheile in demselben.	In Grammen bestimmtes Aschen-Quantum.	Chlorgehalt.	% der im festen Eiweiss-rückstande enthaltenen Asche.	% der im flüssigen Eiweisse enthaltenen Asche.	% des im festen Eiweiss-rückstande enthaltenen Cl.	% des im flüssigen Eiweisse enthaltenen Cl.
				Tataeiweiss.				
1	2,4205	0,289	0,0156	fehlt	5,4	0,644	fehlt	fehlt
2	2,541	0,263	0,0194	0,00391	7,4	0,763	1,48	0,153
3	1,686	0,180	0,0157	0,00294	8,7	0,931	1,6	0,174
4	2,674	0,265	0,0197	0,00369	7,4	0,736	1,4	0,188
5	2,453	0,265	0,0118	fehlt	4,2	0,460	fehlt	fehlt
				Hühnereiweiss.				
6	4,320	0,540	0,0347	0,00605	6,4	0,808	1,12	0,140
7	1,91	0,236	0,0146	0,00411	6,0	0,764	1,7	0,215
8	3,025	0,421	0,0262	0,00896	6,2	0,866	2,1	0,296
9	2,769	0,392	0,0265	0,00587	6,7	0,957	1,49	0,212
10	6,02375	0,72975	0,0374	fehlt	5,12	0,620	fehlt	fehlt

angegebenen Grenzen vorkommenden Schwankungen im Gehalt an Asche keinen Einfluss auf die das Tataeiweiss kennzeichnenden physikalisch-chemischen Eigenschaften ausüben. Das einen 0,931 % betragenden Gehalt an Asche (Analyse Nr. 3) enthaltende Tataeiweiss bildet nach der durch Siedhitze hervorgerufenen Gerinnung ungefähr dasselbe gallertartige und durchsichtige Gerinnsel wie dasjenige Tataeiweiss, welches nur 0,460 % Asche enthält, und unterscheidet sich von letzterem nur dadurch, dass es eine geringere Durchsichtigkeit besitzt. Dass die zwischen dem Tataeiweisse und gewöhnlichen Hühnereiweisse bestehenden Unterschiede nicht durch die verschiedenen Mengen Asche, die ein jedes enthält, bedingt werden, ist einleuchtend, wenn wir uns nur an die einfache Thatsache erinnern, dass nämlich Tataeiweiss, welches selbst 0,931 % fester Bestandtheile enthält, immer deutlich gallertartig und durchsichtig bleibt, während das 0,764 % oder selbst 0,620 % Asche enthaltende Hühnereiweiss in Form einer weissen, undurchsichtigen, kompacten Masse gerinnt. Es bleibt selbstverständlich noch die Frage unerörtert, ob vielleicht der zwischen Tataeiweiss und gewöhnlichem Hühnereiweiss existirende Unterschied nicht von dem in demselben enthaltenen Salzquantum, sondern von der Qualität dieser Salze abhängig sei; mit anderen Worten, in dem einen Eiweisse können gewisse Salze, in dem andern aber ganz verschiedenartige vorwiegend vorhanden sein. Diese Frage muss leider vorläufig noch unentschieden bleiben, da mir weder qualitative noch quantitative Analysen der die Asche beider Eiweissarten hauptsächlich bildenden Salze zur Verfügung stehen. Zwar hatte ich die Absicht, diese Frage womöglich auf einem Umwege zu lösen; ich dachte mittelst Dialyse die in beiden Eiweissarten enthaltenen Salze vollkommen zu entfernen; darauf hätte ich mich eingehend mit vergleichenden Untersuchungen über die Eigenschaften dialysirter Eiweissstoffe beschäftigt. Aber die zu diesem Zweck unternommenen Versuche blieben erfolglos, da Tataeiweiss ungefähr nach einer Woche Dialysirens in Verwesung überging, wobei es doch noch 2—3 % fester Bestandtheile enthielt.

Es wäre recht interessant, um die chemische Natur des Tataeiweisses zu ermitteln, ausser den qualitativen und quantitativen Bestimmungen der in demselben vorhandenen Salze und der Kenntniss der dasselbe bildenden Elementarkörper, auch den Schwefelgehalt zu kennen. Da wir aus den Untersuchungen von A. Dani-

lewsky schon wissen, dass, was das gewöhnliche Hühnerei anbelangt, der bedeutendste Procentgehalt an Schwefel in dem eigenartigen, bei einer bedeutenden Verdünnung mittelst Wasser herausfallenden Bestandtheile (das Lehmann'sche Eieralbumin) enthalten ist, können wir mit einer grossen Wahrscheinlichkeit schliessen, dass auch im Tataeiweisse, in toto, ein im Vergleiche zum gewöhnlichen Hühnereiweisse geringeres % Schwefel vorhanden sein muss, da der Gehalt desselben an Lehmann'schem Eialbumin verhältnissmässig gering ist. Zukünftige Analysen werden zeigen, in wie weit diese Voraussetzung richtig ist; zu derartigen Untersuchungen habe ich schon einen genügenden Vorrath aus Raben- und Kräheneiern gesammelten trockenen Tataeiweisses.

Es wäre ebenso wissenswerth zu untersuchen, wie sich Tataeiweiss zur Einwirkung concentrirter Essigsäure und einer concentrirten Lösung KHO, wenn diese Reagentien im Ueberschusse zugesetzt werden, verhält. Würden auch dabei irgend welche Unterschiede vom gewöhnlichen Hühnereiweiss zum Vorschein kommen?

Wie bekannt, verwandelt sich Hühnereiweiss bald nach Zusatz eines Ueberschusses concentrirter Essigsäure in eine feste, durchsichtige Gallerte. Dieselbe Umwandlung kann man auch beim Tataeiweiss beobachten, der ganze Unterschied besteht nur in der viel früheren Erscheinung derselben, wobei auch die sich bildende Gallerte bedeutend weicher ist.

Noch viel interessanter war es für mich, aus Tataeiweiss reines, sogenanntes Lieberkühn'sches Albumin zu erhalten und darauf dasselbe mit dem aus Hühnereiweiss bereiteten zu vergleichen. Dabei setzte ich als bekant voraus, dass mit einem reinen Albuminkörper, der den Hauptbestandtheil des Eiweisses ausmacht und weder Salzverbindungen noch irgend welche alkalische Basen enthält, bei einer derartigen Einrichtung des Versuches gearbeitet wird. Es wurden gleiche Portionen Tata- und Hühnereiweiss genommen und ganz gleichmässig mit einer concentrirten KHO-Lösung bis zur Bildung einer durchsichtigen Gallerte bearbeitet. Ganz besonders durchsichtig ist die dabei erhaltene Tataeiweissgallerte, die ausserdem immer leichter und rascher zu erhalten war. Die nun aus beiden Eiweissarten erhaltenen durchsichtigen Gallerten wurden darauf mittelst einer Scheere ganz fein zerschnitten und eine geraume Zeit in destillirtem Wasser durchgewaschen, bis zur Erscheinung einer weisslichen Opalescenz an den Rändern der

Stückchen. Das zur Verwendung gelangende Waschwasser erhielt immer am Ende der Operation eine kaum merkliche alkalische Reaction. Darauf wurde das gebrauchte Wasser von den Stückchen beider Eiweissarten, die jetzt ein vollkommen reines Kalialbuminat darstellten, abfiltrirt und diese letzteren sogleich in kochendes Wasser, in welchem sie sich auflösten, gebracht, wobei bemerkt wurde, dass aus Tataeiweiss erhaltenes Kalialbuminat bedeutend leichter und rascher, als Kalialbuminat aus Hühnereiweiss aufgelöst wird. Aus diesen Lösungen wurde das Lieberkühn'sche Albumin dieser beiden Eiweissarten, durch vorsichtige Ansäuerung mit einer 1procentigen Essigsäurelösung, bis zum Erscheinen einer neutralen oder schwach sauren Reaction gefällt. Der hierbei entstehende Niederschlag war in der Portion, die Hühnereiweiss enthielt, bedeutend umfangreicher, grösser, weisser und mehr faserartig als in der Tataeiweissportion. Der in der Tataeiweisslösung sich bildende Niederschlag war fadenförmig, durchsichtig und feinflockig, weshalb er leicht beim darauf folgenden Filtriren durch's Filtrum passirte. Dieselben Unterschiede konnten auch an den auf dem Filtrirpapier gesammelten Niederschlägen beobachtet werden; somit konnte man sie auch leicht erkennen und unterscheiden.

Es erwies sich hierauf, dass auf solche Weise aus Tataeiweiss erhaltenes Lieberkühn'sches Albumin viel leichter als das ihm ähnliche Hühnereiweissalbumin im künstlichen Magensafte verdaut wurde.

Auf Grund aller dieser Thatsachen scheint es mir recht wahrscheinlich, dass der Grundeiweissstoff, der den Hauptbestandtheil des Tataeiweisses der Nesthocker ausmacht, eine ganz eigenartige, vom Hühnerweisse vollkommen verschiedene Eiweissart, welche von den möglicherweise im Tataeiweisse vorkommenden chemischen Verbindungen desselben mit alkalischen Basen oder von Beimengungen irgend welcher Salze unabhängig ist. Ausserdem können zur Begründung dieser meinen eben ausgesprochenen Ansicht noch folgende, auch schon früher angeführte Thatsachen dienen: das schwächere spec. Drehungsvermögen der Polarisationsebene, der Unterschied der Temperatur, bei welcher Gerinnungserscheinungen des Tataeiweisses auftreten, die Leichtigkeit mit welcher es im künstlichen Magensafte verdaut wird und die oben beschriebenen physikalischen Eigenthümlichkeiten, nämlich das gallertartige Aussehen, die Durchsichtigkeit und die so deutliche Fluorescenz.

Viele von den oben angeführten Thatsachen sprechen zu Gunsten folgender Annahme, dass nämlich dieser im Tataeiweisse vorkommende Grundeiweissstoff in den Nesthockereiern wahrscheinlich in Form eines ganz eigenartigen Kali- oder Natriumalbuminates existirt. Dafür können noch viele Analogien angeführt werden.

Es ist uns aus den im Laboratorium von Alex. Schmidt ausgeführten Arbeiten von Kieseritzky[1]) bekannt, dass die Geschwindigkeit und Vollständigkeit der Gerinnung des Alkalialbuminates, wie auch das Aussehen des Gerinnsels von dem Verhältniss des in den Lösungen enthaltenen Alkali zum vorhandenen Salzgehalte abhängt. Je mehr Alkali bei sonst ganz unveränderter Salzmenge in der Lösung enthalten ist, desto langsamer findet die Gerinnung statt, ein desto beträchtlicherer Theil des Albuminates bleibt in der Lösung zurück und desto zarter, durchsichtiger und gallertartiger erweist sich das entstandene Gerinnsel; bei einem noch bedeutenderen Alkaligehalte bleibt fast das ganze Eiweiss in der Lösung, so dass beim Kochen derselben sie gar nicht mehr gerinnt und gar keine bemerkbare Opalescenz mehr darbietet. Andererseits wächst die Geschwindigkeit und Vollkommenheit der Gerinnung bei ein und demselben Alkaligehalte, aber bei Gegenwart einer grösseren Salzmenge, wobei das erhaltene Gerinnsel fester, härter und undurchsichtiger wird, so dass es endlich selbst in Form einer weissen, undurchsichtigen, homogenen, an den Wänden des Gefässes festhaftenden Masse erscheint. Was das Eiweiss anbelangt, so ist es aus den Untersuchungen von Aronstein und Al. Schmidt schon längst bekannt, dass die durch Hitze bewirkte Gerinnung desselben in neutralen Lösungen nur durch den Salzgehalt desselben bedingt wird; aber diese Wirkung verschiedener Salze beim Kochen kann durch eine zweckmässige Verdünnung mittelst Wasser vollkommen vernichtet werden; nach der Meinung von Kieseritzky ist zur Ueberführung des Eiweisses aus dem colloidalen in einen festen Zustand mittels Siedhitze die Gegenwart von Salzen unumgänglich nothwendig. Aus meinen mit Tataeiweiss angestellten Versuchen ist es zu ersehen, dass dasselbe

---

1) Woldemar Kieseritzky. Die Gerinnung des Faserstoffs, Alkalialbuminates und Acidalbumins, verglichen mit der Gerinnung der Kieselsäure. Dorpat. Diss. 1882.

gleich dem Alkalialbuminate bei gewissen, ganz bestimmten Verhältnissen ein zartes, gallertartiges und durchsichtiges Gerinnsel gibt; die Leichtigkeit, mit welcher dieses Gerinsel erhalten werden kann, wächst mit der Abschwächung seiner Alkalescenz oder mit dem Zusatze von Salzen, wobei das Gerinnsel immer fester, weisser und undurchsichtiger wird; gleich dem Alkalialbuminate verliert das Tataeiweiss bei einer grösseren Verdünnung mit Wasser die Gerinnungsfähigkeit, da bekanntlich die dem Gerinnungsprocesse vortheilhafte Salzeinwirkung durch eine entsprechende Wasserverdünnung gänzlich vernichtet werden kann. Höchst interessant und für das Tataeiweiss sehr charakteristisch ist die Fähigkeit desselben, auf die oben angegebene Art und Weise sich unter CO_2-Einwirkung zu ändern. Die Ursache dieser Veränderung liegt wahrscheinlich in der durch CO_2-Einwirkung hervorgerufenen Zersetzung des eigenartigen Kali- oder Natriumalbuminates, wobei die Bildung eines mit dem gewöhnlichen Hühnereiweisse fast analog reagirenden Eiweissstoffes gefördert wird.

Von diesem eben entwickelten Standpunkte aus betrachtet, könnte der zwischen Tataeiweiss und gewöhnlichem Hühnereiweiss bestehende Unterschied leicht erklärt werden, besonders falls das Tataeiweiss im Vergleich zum Hühnereiweiss Alkalien im Ueberschuss, Salze aber verhältnissmässig recht wenig enthalten würde. Aber leider stimmen die Thatsachen mit einer derartigen Auffassung nicht überein, da es ja schon experimentell bewiesen worden ist, dass der Grad der Tataeiweissalkalescenz öfters selbst geringer als der des Hühnereiweisses ist, andererseits aber bieten die in beiden Eiweissarten enthaltenen Mengen Asche keine wesentlichen Unterschiede dar. Nur analoge, sowohl dem Tataeiweisse wie auch dem Alkalialbuminate eigene Reactionen deuten wahrscheinlich an, dass das erstere in Form eines ganz eigenartigen Albuminates vorkommt, dessen Alkalescenz während des Liegens, besonders aber während der Entwickelung des Eies nach und nach schwächer wird. Indem ich somit die Ansicht hege, dass Tataeiweiss ein ganz eigenartiges Albuminat ist, muss ich gleichzeitig die Bemerkung zufügen, dass dasselbe dennoch in keiner Weise als vollkommen dem aus gewöhnlichem Hühnerweisse erhaltenen Albuminate gleich betrachtet werden könne. Gegen eine solche Annahme sprechen aus der Zahl der oben angeführten Thatsachen ganz besonders die zwei folgenden: es kann erstens

die Alkalescenz des Tataeiweisses (mittelst Essigsäure, die durch Wasser verdünnt worden ist) vollkommen neutralisirt werden, ohne dass dadurch irgend welche bedeutende und wichtige, bei der durch Hitzeinwirkung hervorgerufenen Gerinnung, leicht bemerkbare Veränderung bewirkt werde; zweitens ist es auch möglich, Tataeiweiss auf 50 % und selbst mehr zu concentriren, und auf diese Weise den Salzgehalt desselben ungefähr auf 1,7 % zu vermehren, d. h. zu einer, den procentischen Gehalt des Hühnereiweisses an Asche (0,847 %) weit beträchtlicheren Salzmenge zu bringen, und trotzdem wird man, bei Erwärmung eines derartig verdichteten Tataeiweisses bis zur Temperatur des kochenden Wassers, dennoch und beständig dasselbe glasartige Gerinnsel erhalten.

Diese Beobachtungen können keine Zweifel mehr darüber entstehen lassen, dass Tataeiweiss einen, sowohl vom Alkalialbuminat wie auch von gewöhnlichem Hühnereiweisse vollkommen verschiedenen Körper darstellt, doch besitzt derselbe, wie es scheint, ziemlich viele mit dem Alkalialbuminate gemeinsame Reactionen.

Da verdünnte Tataeiweisslösungen sich durch Siedhitze nicht coaguliren lassen, aber bei Salpetersäurezusatz im Ueberschusse, einen reichlichen Niederschlag absetzen, müssen wir das Tataeiweiss, wenn wir es vom Standpunkte der oben angeführten Classification der Eiweissarten von Valenciennes und Frémy aus betrachten, in die zweite Eiweissklasse versetzen; diese Autoren haben, soweit man aus der von ihnen veröffentlichten Arbeit ersehen kann, die Eigenschaften des natürlichen unverdünnten Eiweisses verschiedener Vogelgattungen gar nicht beachtet, in Folge dessen sind ihnen auch die charakteristischen Haupteigenschaften des Tataeiweisses der Nesthocker verborgen geblieben; diese meine Arbeit hat aber hauptsächlich den Zweck, diese Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses zur allgemeinen Kenntniss zu bringen. Die ebengenannten Forscher haben aber noch ausserdem sowohl die bedeutende Veränderlichkeit der Eiweissstoffe, wie auch die mit der Entwicklung des Eies zum Vorschein kommenden, verschiedenen Uebergangsformen gar nicht bemerkt, so dass ihnen auch die genetische Verwandtschaft der vielfältigen Eiweissarten gänzlich unbekannt blieb. Die natürlichen Folgen davon waren ganz unwillkürliche Classificationsfehler, wodurch die verschiedenen Eiweissarten zu dieser oder jener Vogelgattung zugezählt wurden, was

nur dadurch zu begründen war, dass zu den Untersuchungen entweder ganz frische oder schon gelegene Eier, die noch dazu sich in verschiedenen Entwickelungsstadien befanden, genommen wurden. So z. B. ist das frische Taubeneiweiss, welches auf Grund seines Verhaltens zur Wärme und zur Salpetersäure nach der Eintheilung dieser Forscher zur 2. Classe der Eiweissstoffe zugezählt werden muss, in einem schon ein wenig gelegenen oder noch besser in einem in der Entwickelungsperiode sich befindenden Eie, in einen Eiweisskörper 1. Classe umgewandelt, da alsdann verdünnte Lösungen desselben durch Hitzeeinwirkung sich coaguliren lassen und bei Einwirkung der Salpetersäure einen Niederschlag bilden. Es liegt demnach auf der Hand, dass eine sich nach den Eiern verschiedener Vogelgattungen richtende Classificirung der Eiweissarten, wobei die so leichte Veränderlichkeit des Eiweisses vollkommen unbeachtet bleibt, recht unzulänglich erscheinen muss, weshalb ich bei der Besprechung derselben mich nicht lange aufhalten werde.

Ich kann ebenso Frémy und Valenciennes nicht beistimmen, wenn sie meinen, dass es noch eine Eiweissart gibt, welche weder bei Hitzeeinwirkung gerinnt, noch durch Salpetersäure eine Fällung erleidet. Meine, die Eier einiger Singvögel (die zu den Nesthockern gehören) betreffenden Versuche haben gezeigt, dass in diesen Eiern, in welchen nach der Meinung dieser Autoren jene Eiweissart vorkommen müsste, ein nach Verdünnung mit dem doppelten Volumen Wasser sich durch Hitzeeinwirkung nicht coagulirendes Eiweiss enthalten ist, das aber trotzdem mittelst Sapetersäure gefällt werden kann, ganz so wie Tataeiweiss. Ich muss aber doch hinzufügen, dass beim Tataeiweisse dieser Niederschlag bei weitem nicht so beträchtlich wie beim Hühnereiweisse ist; da derselbe aber dennoch leicht hervorgerufen werden kann, so leuchtet es von selbst ein, dass das Verhalten zur Salpetersäure nicht als eine Differentialreaction zwischen Tataeiweiss und gewöhnlichem Hühnereiweiss angesehen werden kann. Was die Picrinsäure anbelangt, so ruft dieselbe in beiden Eiweissarten die Bildung eines gleichmässigen, gelbgefärbten, bedeutenden Niederschlags hervor.

Da die von uns beschriebene Veränderlichkeit und verwandtschaftliche Genesis des Tataeiweisses und des Hühnereiweisses auch Davy unbekannt geblieben sind, so hat wahrscheinlich gerade deswegen dieser Forscher beim Zusammenfassen der von ihm er-

haltenen Resultate (siehe oben) die Bemerkung zugefügt, dass alle seine Schlussfolgerungen nur annähernd richtig sein können, da die mit Eiern angestellten Versuche stets viele Fehlerquellen mit sich führen.

Wenn wir nun Alles schon Gesagte noch einmal zusammenfassen, so gelangen wir zu der Ansicht, dass in den frischen Eiern verschiedener Vögel nur zwei Grundtypen des Eiweisses vorkommen; in den einen das durchsichtige, glasähnliche Tataeiweiss (bei den Nesthockern und der gemischten Nesthocker-Nestflüchtergruppe), in den andern das gewöhnliche, weisse, undurchsichtige Hühnereiweiss (speciell bei den reinen Nestflüchtern), wobei die erstgenannte Eiweissart wegen ihrer bedeutenden Veränderlichkeit nach und nach in die zweite Eiweissart sich zu verwandeln fähig ist.

Wir haben schon recht viele Bedingungen kennen gelernt, die diesen Uebergang des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss hervorzurufen im Stande sind. Jetzt können wir uns die Frage stellen, was denn das Tataeiweiss zwingt, bei sonst ganz naturgemässen Verhältnissen, d. h. während des Liegens eines (von irgend einem Vogel der Nesthockergruppe stammenden) Eies in der Wärme und sowohl bei der künstlichen, wie auch bei der natürlichen Bebrütung in gewöhnliches Hühnereiweiss sich umzuwandeln? Woher kommen denn die zu einer derartigen Verwandlung nothwendigen Impulse?

§. 6. Folgende Versuche beantworten diese Fragen in einer Art und Weise, die keine Zweifel zulässt:

1) Wird in einem Bechergläschen ganz frisches, reines Tataeiweiss eines Taubeneies (nach vorsichtiger Entfernung des ganzen Dotters) während 2—3 Tage und Nächte der Einwirkung einer Temperatur von 40—44^{0} C. ausgesetzt, wo bei dem Bebrütungsprozesse ganz analoge Erscheinungen hervorgerufen werden müssten, so erweist es sich, dass Tataeiweiss während der ganzen Zeit ohne die geringsten Veränderungen bleibt und bis zum Erscheinen der ersten Spuren von Fäulniss seine so eigenthümlichen Eigenschaften gar nicht einbüsst. Damit dieser Versuch vollkommen gelinge ist es nöthig, die Oeffnung des Bechergläschens luftdicht zu schliessen, um zu verhindern, dass die CO_2 der Luft ihre Wirkung auf das Eiweiss entfalte, da sie, wie oben schon gezeigt wurde, die Umwandlung des Tataeiweisses in Hühnereiweiss bewirken kann; im gegebenen Falle würde diese Verwandlung beim Offenlassen des Bechergläschens wegen des geringen Gehaltes der Zimmerluft an CO_2 nur in einem ganz unbedeutenden Grade stattfinden und würde nur eine schwache Opalescenz des durch Siedhitze coagulirten Eiweisses nach sich

ziehen; doch wollte ich selbst diese ganz minimale Einwirkung der CO_2 auf Tataeiweiss vermeiden, und deshalb wurde der ganze Versuch in geschlossenen Bechergläschen, die über dem Tataeiweisse noch eine ungefähr 30 ccm betragende Luftschichte enthielten, ausgeführt. Diese Bedingung wurde von mir absichtlich streng beobachtet, damit man mir nicht vorhalten könne, dass vielleicht bei der eben beschriebenen Methodik der Versuche das Tataeiweiss nur wegen Mangel an einem genügenden Quantum Sauerstoff sich in Hühnereiweiss zu verwandeln nicht im Stande war. Um eine derartige Erklärung noch mehr jeder Begründung zu berauben, füllte ich noch ausserdem die Tataeiweiss enthaltenden Bechergläschen mit reinem Sauerstoff oder Stickstoff und erwärmte darauf dieselben auf die oben beschriebene Art und Weise. Auch in diesem Falle blieb das Tataeiweiss während mehrerer Tage ohne jegliche Veränderung. Nun wird es doch einleuchtend sein, dass Tataeiweiss an und für sich unfähig ist, bei der erwähnten Temperatureinwirkung in gewöhnliches Hühnereiweiss sich umzuwandeln.

2) Wird ein vollkommen reifer, aus dem Eierstock einer eierlegenden Henne soeben excidirter und also von Eiweiss noch gänzlich freier Eidotter in frisches Tataeiweiss gelegt, so erweist es sich, dass nach Verlauf einiger Stunden und bei Zimmertemperatur Tataeiweiss in Hühnereiweiss sich umwandelt, d. h. bei der durch Siedhitze hervorgerufenen Gerinnung gibt es nun eine vollkommen feste, weisse Masse; diese Umwandlung geht bei Körpertemperatur mit weit grösserer Geschwindigkeit vor sich. Ich nahm meine Zuflucht bei diesem Versuche zum Hühnerdotter noch vor Eintritt desselben in den Eierleiter, hauptsächlich weil ich jede Beimengung, selbst die geringsten Spuren von Hühnereiweiss entfernen wollte, da dieselben, wie es sich von selbst versteht, die Reinheit des Versuches hätten beeinträchtigen können.

Ebendasselbe Resultat wird auch mit frischem Eidotter erhalten, der aus einem bereits fertigen Hühnereie extrahirt und durch Waschen in destillirtem Wasser von den fest anhaftenden Eiweissschichten so weit als möglich befreit worden war. Bei allen derartigen Versuchen soll nur das Zerreissen der Dotterhaut durchaus vermieden werden und folglich der Dotter in einer noch unversehrten Dotterhaut genommen werden; erstens ist dies nothwendig, damit zwischen den zelligen Elementen des Dotters und dem dasselbe umgebenden Tataeiweiss sich eine regelmässige, langsame Diffusion bilden könne und zweitens, damit eine directe Vermischung des Eidotters mit dem Eiweisse beseitigt werde, denn dadurch könnte das Eiweiss seiner Durchsichtigkeit und Farblosigkeit beraubt werden und eben dadurch kann die Bestimmung der Eigenschaften des durch Siedhitze coagulirten Eiweisses erschwert werden.

Nachdem ich die Dotter verschiedener Hühnereier in dieser Beziehung erforscht hatte, bemerkte ich, dass verschiedene Eidotter ungleich energisch wirken, nämlich dass die Dotter ganz frischer Eier die Umwandlung des Tataeiweisses in Hühnereiweiss unvergleichlich schneller als die Dotter älterer, vom Aufbewahren veränderter, oder in den anfänglichen Stadien der Entwickelung des Embryo sich befindender Eier hervorrufen.

Diese Thatsache kann, meiner Meinung nach, auf folgende einfache Weise erklärt werden. Es ist aus den Untersuchungen von Prout bekannt, dass der Dotter vom Anfange des Entwickelungsprocesses im Ei (Incubation) dem Eiweisse Wasser entzieht, sich verflüssigt und sowohl eine Volumszunahme, wie auch eine Gewichtsvergrösserung, hauptsächlich wegen dieser Wasserzunahme, erfährt. Ganz dasselbe, nur in einem geringeren Maasse, kann man beobachten, wenn das Ei einfach an die Luft, besonders aber in die Wärme zu liegen kommt, wovon ich mich auch durch directe Versuche überzeugt habe. So z. B. enthielt der Dotter frischer Eier im Durchschnitt ungefähr 40 % Wasser, während der Dotter der Eier, die schon gelegen hatten, einen Wassergehalt von 50 %–51 % darbot. Da diese gegenseitige Einwirkung des Dotters und des Tataeiweisses, die wir jetzt besprechen, im Grunde genommen dennoch als eine Diffusionserscheinung verschiedener Elemente aus dem einen in das andere angesehen werden kann, so versteht es sich von selbst, dass sobald zum Versuche ein alter, mehr Wasser enthaltender Dotter genommen wird, diese Diffussion zwischen demselben und dem Tataeiweisse bedeutend langsamer, als mit einem vollkommen frischen, compacteren und an festem Rückstande reicheren Dotter, vor sich geht. Natürlicherweise wird im letzteren Falle das Wasser aus dem Tataeiweisse viel rascher in den Dotter, aus diesem aber wiederum in's Tataeiweiss, die verschiedenen Salze und andere feste Bestandtheile bedeutend leichter eindringen, was nicht stattfinden kann, wenn zum Versuche ein schon älterer, wasserreicher Dotter genommen wird. Und in der That ist der Unterschied der Einwirkung eines frischen oder alten Dotters auf Tataeiweiss ein rein quantitativer, aber nicht qualitativer; das Endresultat dieser Einwirkung bleibt dennoch in beiden Fällen dasselbe, nur tritt es beim frischen Dotter schon nach 3—6 Stunden ein, während beim älteren Dotter, dieselbe Wirkung

erst in einem doppelten oder dreifachen Zeitraume erzielt werden kann.

3) Wird in einem Bechergläschen auf dem Wasserbade bei einer Temperatur von 40° C. eine Portion Tataeiweiss mit dem frischen Dotter desselben Taubeneies erwärmt und so die natürliche Bebrütung der Eier nachgeahmt, so bemerkt man schon am folgenden Tage die ersten Anzeichen der sich einstellenden Umwandlung des Tataeiweisses in Hühnereiweiss, denn das mittels Wärmeeinwirkung coagulirte Eiweiss zeigt eine leichte, weissliche Opalescenz; nach 3 oder 4 Tagen ist das erhaltene Gerinnsel schon ganz deutlich weiss. Eine andere Controllportion desselben Tataeiweisses, die ohne Eidotter auf 40° C. erwärmt wird, erleidet während dieser ganzen Zeit gar keine Veränderungen.

4) Endlich kann man auch beobachten, dass das Tataeiweiss eines frischen Taubeneies, welches unversehrt in einem Luftbade einer Temperatur von 40—44° C. während 3—4 Tagen ausgesetzt bleibt, eine ganz gleichartige Umwandlung erleidet. Doch wenn man zu diesem Versuche schreitet, muss man auch vollkommen sicher und überzeugt sein, dass in dem zum Experiment genommenen Eie von Anfang an ein durchsichtiges, glasähnliches Tataeiweiss, dem es noch unter der Einwirkung der künstlichen Bebrütung sich zu verändern bevorsteht, enthalten ist. Deswegen wurde in der Eischale eine enge, capilläre Oeffnung gemacht, durch welche mittelst eines Capillarrröhrchens eine kleine Probeportion Eiweiss (ungefähr 0,3 ccm) hervorgeholt und in einem recht engen Bechergläschen bei einer Temperatur von 100° C. coagulirt, um den Charakter des dabei erhaltenen Gerinnsels zu kennen. Im Falle das Gerinnsel durchsichtig und glasartig war, wurde darauf zur Vermeidung einer raschen Verdampfung des Wassers aus dem Eie die in der Eischale gemachte Oeffnung mit einem Stückchen Wachs verklebt und sodann das Ei der künstlichen Bebrütung unterworfen. Nach Verlauf von 3—4 Tagen und Nächten, während welcher das Eiweiss auf die obenerwähnte Art und Weise erwärmt worden war, hatte sich dasselbe so weit verändert, dass beim Kochen nun ein weissliches, dem durch Siedhitze coagulirten Hühnereiweiss sehr ähnliches Gerinnsel sich bildete.

Alle die hier angeführten Versuche lassen kaum irgend welche Zweifel darüber walten, dass die das Tataeiweiss der Nesthocker in Hühnereiweiss verwandelnde Kraft aus dem Dotter herstammt. Worin besteht nun diese Wirkung, welcher Art ist sie denn eigentlich?

§ 7. Zuallererst dachte ich, dass diese von uns hier in Betracht gezogene Umwandlung des Tataeiweisses möglicherweise durch die Einwirkung irgend eines, in den zelligen Elementen des Eidotters enthaltenen Fermentes bedingt werde. Deshalb behandelte ich den bei einer Temperatur von 40° C. getrockneten

Hühnereidotter, nach der Methode von v. Wittich, mit Glycerin, hoffend dass das fragliche Ferment in dasselbe dann übergehen werde; zugleich behandelte ich Eidotter nach der von Al. Schmidt zur Gewinnung von Fibrin-Ferment vorgeschlagenen Methode, d. h. ich verdünnte einen Dotter mit 20—30 Vol. absoluten Alcohols und liess dieses Gemenge mehrere Wochen lang stehen; darauf wurde der Spiritus abfiltrirt, der feste Rückstand getrocknet und mit destillirtem Wasser ausgelaugt, da ich gehofft hatte, auf diese Weise das gesuchte Ferment aufzufinden. Doch zuletzt erwies es sich, dass weder das oberwähnte Glycerinextract, noch dieses wässerige Extract beim Zusatz zum Tataeiweiss selbst nicht die geringste Umwandlung hervorzurufen im Stande waren, obgleich diese Versuche bei einer Temperatur von 40° C. vorgenommen und auf das Resultat einige Tage gewartet wurde.

Zu Gunsten einer nicht fermentativen Einwirkung des Dotters auf Tataeiweiss spricht anscheinend die Thatsache, dass ein vollkommen gesottener Dotter (welcher also der Einwirkung einer Temperatur von 100° C., die die Lebensthätigkeit eines jeden Fermentes vernichtet, unterworfen worden war), dennoch das Tataeiweiss im Verlauf einiger Stunden in weisses Hühnereiweiss verwandelt. Dadurch wird es klar, dass die Veränderung des Tataeiweisses unter Eidottereinwirkung kein Gährungsprocess sein kann.

Es blieb mir nur übrig anzunehmen, dass bei gegenseitiger Wechselwirkung des Eidotters und Tataeiweisses gewisse Diffusionsströmungen verschiedener Salze in der Richtung zum Eiweisse hin und des Wassers zum Eidotter, sich bilden; diese Annahme war ja auch schon deswegen recht wahrscheinlich, da, wie wir oben gesehen haben, z. B. selbst ein Zusatz von Kochsalz zu Tataeiweiss dasselbe in Hühnereiweiss verwandelt. Es fragt sich nun, diffundiren denn auch in Wirklichkeit Salze aus dem Eigelb in's Tataeiweiss bei den obengenannten Bedingungen?

Wird ein Dotter mit seiner unversehrten Hülle in destillirtes Wasser gelegt, so ist es leicht schon nach einer Stunde in demselben mittels salpetersauren Silbers die Anwesenheit einer ganz beträchtlichen Menge Chlormetalle nachzuweisen. Andererseits, bestimmt man den Procentgehalt an Asche im Tataeiweisse vor der Dottereinwirkung und nach derselben, so erweist es sich, dass der Aschegehalt im zweiten Falle ganz auffallend sich vergrössert.

So fand ich bei Ausführung einiger derartiger Analysen, dass wenn der Procentgehalt an Asche im trockenen Tataeiweisse vor der Dottereinwirkung gleich 4,2 %, 5 % oder 5,5 % war, wuchs derselbe nach der Einwirkung während 3—4 Stunden eines Eidotters, wenn ein alter Hühnereierdotter genommen worden war, auf 6 %, wenn aber ein frischer Dotter zur Verwendung gelangte, so bis 9 %. Es ist nun klar, dass bei einer derartigen Wechselwirkung zwischen dem Eigelb und dem Tataeiweiss aus dem ersten in das letztere ein Theil der Salze übergehen muss. Aber hängt denn die Verwandlung des Tataeiweiss in gewöhnliches Hühnereiweiss bei natürlichen Bedingungen, d. h. bei der Bebrütung der Eier, von dem reicherwerden des ersteren an Salzen, die aus der Eidottersphäre in ihn hinein diffundiren ab? Diese Frage erwartet noch ihre Lösung.

Aus den oben angeführten Zahlenangaben über die im Tataeiweisse enthaltenen Mengen Asche (cf. Tabelle Nr. 6) ist es zu ersehen, dass, obgleich zwischen dem frischen Tataeiweiss und gewöhnlichem Hühnereiweiss im Durchschnitt ein gewisser Unterschied im Gehalte an Asche und Choriden zu Gunsten des Hühnereiweisses existirt, derselbe doch so unbedeutend ist, dass es Einem schwer fällt, damit die uns schon bekannten, so charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses, die ihn vom Hühnereiweiss unterscheiden, erklären zu wollen; besonders noch deshalb, weil im festen Rückstande des Tataeiweisses der Procentgehalt an Asche selbst bedeutender als im festen Hühnereiweissrückstande ist und weil der niedrigere Procentgehalt an festen Stoffen im flüssigen Tataeiweisse nur durch den weitbeträchtlicheren Procentgehalt an Wasser bedingt wird. Dass im Grunde genommen die verwandelnde Einwirkung des Dotters auf's Tataeiweiss nicht nur durch einen einfachen Uebergangsprocess der Salze aus dem Dotter, wodurch der Aschenrückstand des Tataeiweisses um 3 % oder 4 % (wie es in den obenbeschriebenen Versuchen geschehen ist) grösser wurde, bedingt werde, können wir noch daraus ersehen, dass man Tataeiweiss auf 50 % eindicken kann, demnach den Procentgehalt an Asche ungefähr auf 1,5 % (werden aber die Procentberechnungen auf trockenes Tataeiweiss bezogen, so auf 14 %) vergrössern, d. h. zu so einer Menge fester Bestandtheile gelangen, welche den Aschegehalt des Hühnereiweisses bei weitem übertrifft, ohne dass deswegen das Tataeiweiss seine charakteristischen Eigenschaften einbüssen müsste.

Endlich wissen wir aus den Untersuchungen von Prout, dass während des Bebrütens eines Hühnereies, d. h. gerade zu der Zeit, wo im Taubeneie eine beständige Umwandlung des Tataeiweisses vor sich geht, im Hühnereiweisse der Salzgehalt, wegen des Ueberganges der Salze in den Dotter, beständig sich vermindert; zweifelsohne muss etwas Analoges auch im Eiweisse des Taubeneies stattfinden und deshalb wäre es ein wenig leichtfertig, den die Bebrütung der Eier (der Nesthocker) begleitenden Umwandlungsprocess des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss ohne weiteres dem Uebergang der Salze aus dem Dotter in's Tataeiweiss, also doch in entgegengesetzter Richtung zuzuschreiben.

Auf Grund dieser meiner Auseinandersetzungen bin ich zu dem Schlusse gekommen, dass der Uebergang der Salze aus dem Hühnereidotter in's Tataeiweiss in den oben angeführten Versuchen nicht als die wirkliche Ursache, welche die Umwandlung des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss während der natürlichen oder künstlichen Bebrütungen der Nesthockereier bedingt, betrachtet werden kann.

Ich erachte es für sehr wahrscheinlich, dass diese allmähliche, während der Entwickelung der Nesthockereier stattfindenden Umwandlung des Tataeiweisses in Hühnereiweiss ziemlich direct von den Vorgängen, welche in dieser Zeit die Abschwächung der Alkalescenz des ersten hervorrufen, abhängig ist. Dieses ist schon deswegen sehr wahrscheinlich, weil diese naturgemässe Umwandlung des Tataeiweisses immer Hand in Hand mit der Alkalescenzverminderung desselben einhergeht und weil die künstlich hervorgebrachte Einwirkung verschiedener Säuren, z. B. der CO_2, der Essig- oder Milchsäure auf Tataeiweiss zum Uebergang des Tataeiweisses in Hühnereiweiss verhelfen, wie es übrigens schon früher bewiesen worden ist. Somit wäre die von uns zuerst aufgeworfene Frage über die natürlichen Ursachen der Tataeiweissumwandlung auf die Feststellung der naturgemässen Bedingungen des gegenseitigen Stoffwechsels zwischen Eigelb und Eiweiss, welche (Bedingungen) zugleich eine allmähliche Alkalescenzabschwächung des Tataeiweisses mit sich bringen, reducirt worden. Auf das Vermögen der Kohlensäure, die Umwandlung des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss zu bewirken, fussend, glaubte ich die erste Zeit, dass eben dieselbe auch das gesuchte Agens darstellt, welches, sich immer mehr und mehr entwickelnd (während der natürlichen Bebrütung der Eier) und auf's

Tataeiweiss einwirkend, seine Umwandlung hervorruft. Es schien mir möglich, das Vorhandensein des Tataeiweisses in frischen Nesthockereiern durch einen ganz minimalen Gehalt oder vielleicht selbst durch ein vollständiges Fehlen der CO_2 zu erklären, da diese Eier nicht eben so vollkommene Gebilde wie die Hühnereier sind; dieser Gedanke war für mich deshalb noch verlockender, weil aus den Untersuchungen von Urbain und Mathieu[1]) es bekannt wurde, dass das Hühnereiweiss 55%—84% CO_2 enthält und dass wenn dieses Eiweiss der CO_2 beraubt wird, es die Fähigkeit bei Siedhitze zu gerinnen, einbüsst, wobei dieselbe bei einer neuen CO_2-Zufuhr wieder hergestellt werden kann. Zu meinem grossen Bedauern und aus von mir ganz unabhängigen Gründen war es mir nicht möglich, durch gasometrische Methoden, den Gehalt der Nesthockereier zu prüfen und somit die Richtigkeit meiner ersten Hypothese einer Prüfung zu unterziehen; denn es ist möglich gegen dieselbe einige theoretische Einwendungen vorzuführen, so z. B. die folgende: falls wir voraussetzen, dass die CO_2 das gesuchte, das Tataeiweiss während des natürlichen Bebrütens umwandelnde Agens sei, so ist es schwer, für die diese Umwandlung begleitende Alkalescenzverminderung des Eiweisses en masse eine Erklärung zu finden; denn in Wirklichkeit müsste man, im gegebenen Falle, bei der CO_2-Einwirkung auf Tataeiweiss eine Zersetzung des Natrium- oder Kalialbuminates mit nachfolgender Bildung von Soda oder Pottasche erwarten, welche wiederum in keiner Weise eine schwächere alkalische Reaction, als das der Zersetzung eben anheimgefallene Albuminat besitzen könnten. Es würde ebenso ganz unwahrscheinlich klingen, wenn wir annehmen würden, dass bei diesem Vorgange sich doppeltkohlensaure Alkalien bilden, welche eine gewisse Abschwächung der basischen Reaction der ganzen Eiweissflüssigkeit hervorzurufen im Stande sind, da wir auch im Auge behalten müssen die im Ganzen so geringe, in einem Ei enthaltene Menge der CO_2 und ebenso den unbedeutenden Druck, unter welchem dieses Gas sich befindet. Deswegen halte ich für wahrscheinlicher eine andere, mir brieflich von meinem hochverehrten Freunde Prof. Pflüger vorgeschlagene Hypothese, welche ich hier zu verzeichnen mich für verpflichtet halte. Es ist bekannt, dass während des Bebrütens der Vogeleier,

1) Journ. de Pharm. et de Chimie. 4 Sér., T. XVIII, pag. 353, 1873.

im Eigelbe derselben, in Folge der Lecithinzersetzung, sich Glycerinphosphorsäure bildet, welche, durch Diffusion aus dem Dotter in's Eiweiss wandernd, sich mit den alkalischen Basen, die in demselben enthalten sind, verbindet und eben dadurch eine progressive Verminderung der Eiweissalkalescenz bedingt und eine Verwandlung des Eiweisses nach sich zieht. Dieser Gedanke, die Glycerinphosphorsäure als Haupt- und vielleicht auch als das einzige, die Alkalescenzabschwächung während des Bebrütens der Eier bedingendes Agens zu beachten, scheint mir recht glücklich und überaus wahrscheinlich zu sein, obgleich es mir leider vorläufig nicht möglich ist, diese Hypothese durch directe, von mir oder von anderen Forschern erhaltenen Zahlenangaben zu bekräftigen.

Die interessanten Untersuchungen Prout's über die Mineralbestandtheile des Hühnereies in seinen verschiedenen Entwickelungsstadien sind zur Zeit für uns nur deswegen wichtig, weil er durch dieselben festgestellt hat, dass in den ersten Incubationsperioden zwischen dem Eigelb und einem bestimmten Theil Eiweiss ein sehr energischer Austausch von mineralischen und organischen Bestandtheilen stattfindet, wobei gerade deshalb ein gewisser Theil des Eiweisses nach der durch Wärme hervorgerufenen Gerinnung ein käsiges Aussehen bekommt. Aus den Analysen von Prout kann man, wie es mir scheint, auch schliessen, dass ein gewisser Theil der im Eiweisse vorhandenen Salze und des Wassers in den Dotter hinüberwandern, wobei derselbe auf ihre Kosten eine Volumvergrösserung erfährt. Die auf diese Weise dem Dotter zugeführten mineralischen Bestandtheile des Eiweisses gehen später in die Bestandtheile des sich entwickelnden Embryo über. Da der veränderte, käsig aussehende Theil des Eiweisses gleichzeitig eine gelbe Färbung bekommt und ölig wird, während der Dotter ein helleres und blasses Aussehen bekommt, so bemerkt dieser Autor, dass wahrscheinlich die Betheiligung des Dotters bei diesem Stoffwechsel in dem Uebergange aus demselben in's Eiweiss, einer noch nicht bestimmten öligen Substanz („oily matter"), besteht.

Ich konnte ebenfalls in den Nesthockereiern (Raben, Kornkrähen, Tauben, Uferschwalben u. s. w.) beständig während der ersten Entwickelungsphasen derselben beobachten, dass das frische, durchsichtige Tataeiweiss eine gelbliche Trübung erfährt, die zweifellos von dem Uebergange aus dem Dotter in's Eiweiss, irgend einiger Stoffe, die noch nicht bestimmter zu charakterisiren sind, her-

stammt. Zu gleicher Zeit erscheint der Dotter vergrössert und kann nur mit vielen Schwierigkeiten vom Eiweiss getrennt werden, da bei der geringsten Unvorsichtigkeit der Dottersack gesprengt werden kann, wobei derselbe dann sich mit der Eiweissflüssigkeit vermischt. Deswegen gehen auch zweifellos während der Bebrütung aus dem Eidotter in's Eiweiss gewisse Bestandtheile über; aus der Zahl dieser Bestandtheile nimmt, unserer Meinung nach, den ersten Platz das Zersetzungsproduct des Lecithins ein, nämlich die Glycerinphosphorsäure, welche sich massenhaft im Eidotter entwickelt, im Eiweisse aber fast gar nicht vorhanden ist. Um eine noch klarere Vorstellung über den Unterschied im Gehalte an Phosphorverbindungen im Eiweisse und Eigelb zu erlangen, braucht man nur den quantitativen Gehalt der Eiweiss- und Dotterasche, z. B. an Phosphorsäure, zu vergleichen. Nach Prout erweist es sich, dass, wenn wir die im Eiweiss enthaltene Menge Phosphorsäure z. B. mit der Zahl 0,48 bezeichnen, so wird in der gleichen Menge Dotter 8,3 Phosphorsäure vorhanden sein, d. h. fast 20 Mal mehr. Nun wird es selbstverständlich, dass bei so einer Differenz der Diffusionsprocess der phosphorenthaltenden Verbindungen aus dem Eidotter in's Eiweiss sehr energisch vor sich gehen kann, besonders noch deshalb, weil im Eiweiss eine Menge basischer Verbindungen, die auch eine gewisse Anziehungskraft z. B. auf die Glycerinphosphorsäure ausüben können, vorhanden sind. Es ist recht möglich, dass diese Säure nach Zersetzung der Eiweissalbuminate wiederum in Form eines basischen Salzes in den Eidotter zurückdiffundirt und darauf wahrscheinlich zum Wachsthum des sich entwickelnden Embryo das ihrige beiträgt. In der obenangeführten Arbeit von Prout können keine Thatsachen, die dieser von mir eben entwickelten Hypothese direct widersprechen oder dieselbe bekräftigen würden, aufgefunden werden, es wäre aber nöthig, um dieselbe einer Prüfung zu unterziehen, noch weitere und zwar wahrhaftig recht schwierige und complicirte Versuche zu veranstalten; einen ausführlichen Plan solcher Versuche hier auseinanderzulegen, scheint mir vorläufig überflüssig zu sein.

§ 8. Wenn wir nun als bewiesen annehmen, dass die Einflüsse, die das Tataeiweiss in Hühnereiweiss verwandeln, aus der Eidottersphäre ausgehen, so ist es von Interesse, die gegenseitigen Gewichtsverhältnisse von Eidotter und Eiweiss in den Eiern der

Nesthocker und Nestflüchter zu verfolgen und zwar aus folgenden Gründen: Aus der Beschaffenheit des Eiweisses der Nesthockereier folgt augenscheinlich, dass dieselben auf einer niedrigeren Entwickelungsstufe als die Eier der Nestflüchter sich befinden, da das Eiweiss der ersteren sich erst allmählich in das Eiweiss der letzteren verwandelt. Da in diesem Umwandlungsprocess der Eidotter die Hauptrolle spielt und weiterhin eine derartige Thätigkeit desselben der in dem Ei enthaltenen Eidottermasse mehr oder weniger proportional sein muss, so entsteht nun die Frage: hängt denn die geringere Entwickelung des Eiweisses der Nesthockereier nicht vielleicht von dem verhältnissmässig geringen Umfange des in ihnen enthaltenen Eidotters ab? Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet gewinnt die Frage über das Verhältniss der Eidotter- und Eiweissmassen zu einander in den Eiern der Nesthocker und Nestflüchter, wie der Leser einsehen wird, ein ganz besonderes Interesse. In dieser Richtung findet man in der Litteratur schon einige fragmentarische Hinweise, welche beweisen, dass das Gewichtsverhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss bei verschiedenen Vögeln ungleich ist.

So haben Valenciennes und Frémy in der obenangeführten Arbeit gezeigt, dass wenn man das Eidottergewicht als Einheit annimmt, das Gewicht des Eiweisses beim Sperling 3,8, bei der Meise —1,9, bei der Elster —5,4, bei der Taube —3, beim Silberfasan —1,3, beim gewöhnlichen Fasan —2,1, bei der Ente der Berberei —1,3, bei der Guinea-Gans —1,6, gleich sein wird. Genannte Autoren ziehen daraus den Schluss, dass diese Verhältnisszahlen selbst für Vögel derselben Art verschieden, für solche welche zu sehr fernliegenden Arten gehören, identisch sein können.

Davy hatte auf dieses Gewichtsverhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss anscheinend auch sein Augenmerk gerichtet und ist zu analogen Resultaten gekommen, mit denen ich mich leider nicht näher vertraut machen konnte, da mir nur das Referat seiner Arbeit zugänglich war.

Auch schon Prout hatte seine Aufmerksamkeit, in der schon oft citirten Schrift, auf dieses gegenseitige Gewichtsverhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss der Hühnereier in den verschiedenen Entwickelungsperioden derselben gelenkt. Nach seinen Bestimmungen verhält sich in einem frischen Eie das Gewicht des Ei-

dotters zum Eiweissgewicht, manches Mal wie 1:1,3; in anderen Eiern wiederum wie 1:2,4. Zwischen diesen beiden Verhältnisszahlen kommen noch viele andere Werthe für das Verhältniss des Dotters zum Eiweisse vor.

In der letzten Zeit wurde in dem „Oestreichischen Landwirthschaftlichen Wochenblatt“, 1883, Nr. 13, eine grosse Anzahl Gewichtsbestimmungen des Dotters, Eiweisses und der Schale von Eiern, die 23 verschiedenen Hühnerarten entnommen worden waren, veröffentlicht; dabei wurde gefunden, dass das unbedeutendste Gewichtsverhältniss des Dotters zum Eiweisse in den Eiern der Perlhühner vorkommt, da bei denselben die Gewichtsdifferenz sich wie 1:2,1 verhält; die grösste Verhältnisszahl des Dotters zum Eiweisse boten die Eier der Silberbrabanter, da bei diesen das Verhältniss wie 1:1,3 ist.

Indem ich meinerseits zu Messungen der relativen Eidotter- und Eiweissgewichte in den Eiern verschiedener Vögel schritt, wusste ich recht gut, dass man nie ausser Acht lassen soll, dass die Resultate dieser Messungen sehr viel von der Beschaffenheit der zur Untersuchung gebrauchten Eier, je nachdem sie frisch sind, gelegt haben, oder schon bebrütet worden sind, und ebenso von dem Verfahren, welches man bei der Trennung des Eiweisses vom Eidotter einschlägt, abhängen.

Was nun ersteres anlangt, so ist es schon seit Prout's Zeiten bekannt, dass je länger die Eier liegen, desto mehr das Eiweiss sein Wasser verliert, welches einerseits durch die Poren der Schale verdunstet, anderseits Verbindungen mit den Salzen bildet und in den Dotter übergeht; dieses letztere gewinnt in Folge dessen, nach Massgabe der Zeitdauer, die die Eier gelegen haben und nach Massgabe der Entwickelung des Eies, an Gewicht und an Umfang. Es versteht sich von selbst, dass die Messungen, welche mit den Eiern eines und desselben Vogels ausgeführt werden, verschiedene Resultate ergeben werden, je nachdem man dieselben in frischem oder schon gelegenem Zustande nimmt; in letzterem Falle wird man für den Eidotter immer grössere, für das Eiweiss immer kleinere Zahlen erhalten, im Vergleich zu den Zahlen, die man bei Messungen an frischen Eiern erhält. Aus Gesagtem folgt ohne Zweifel, dass die Bestimmungen, welche behufs Klarlegung des Verhältnisses zwischen Eidotter und Eiweiss in den Eiern

verschiedener Vögel unternommen werden, nicht anders ausgeführt werden müssen, als nur an unzweifelhaft frischen Eiern.

In Betreff der Trennung des Eiweisses vom Eidotter versteht es sich von selbst, dass man dieselbe entweder an frischen, normalen Eiern, oder an hartgesottenen Eiern ausführen kann. In ersterem Falle hängen etwaige Fehler natürlich von der schwierigen Trennung der den Eidotter umhüllenden innersten Eiweissschichten und dem Aufsammeln der, der inneren Schalenfläche anklebenden Eiweisstheile ab. Sind aber die Eier hartgesotten, so gelingt die Trennung des Eiweisses sowohl vom Eidotter, als auch von der inneren Schalenfläche wohl bedeutend leichter, doch können nichtdestoweniger die dabei erhaltenen Zahlen nicht für völlig genau gelten, und zwar aus folgenden Gründen. Prout hat schon darauf hingewiesen, dass das gesottene Ei beim Erkalten in freier Luft an Gewicht verliert, und letzteres wahrscheinlich in Folge von Wasserverdunstungen aus dem Eiweiss; wenn man dasselbe aber im Wasser kalt werden lässt, so gewinnt es an Gewicht, wahrscheinlich weil das Ei Wasser imbibirt. Dass eine solche Wasseraufsaugung stattfinden kann wird dadurch bewiesen, dass, wenn man das völlig unversehrte Ei in starkgesalzenem Wasser siedet, nach Erkaltung in ebendemselben Wasser der Inhalt des Eies starksalzig wird. Auf diese Weise, je nach der Methode des nachfolgenden Erkaltens, verringert oder vergrössert der Act des Eisiedens das Gewicht des Eies, und trägt damit unwillkürlich Fehler in die Bestimmungen des normalen Gewichtsverhältnisses zwischen Eidotter und Eiweiss im frischen Ei.

In Anbetracht dessen habe ich auch Messungen sowohl an frischen, nicht gesottenen, als auch an hartgesottenen Eiern, ausgeführt.

Die Resultate dieser meiner Bestimmungen, die mit den Eiern einer grossen Anzahl Nesthocker und Nestflüchter ausgeführt worden sind, habe ich in der hier folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle Nr. 7.

Vogelart.	Gewicht des Eies in gr	Eidottergewicht.	Eiweiss-Gewicht.	Gewichtsverhältniss zwischen Eigelb und Eiweiss.	Bemerkungen.
Nesthocker.					
Uferschwalbe.	1,625	0,3705	1,1105	1 : 3	
„	1,519	0,3025	1,0785	1 : 3,5	
„	1,422	0,306	1,0	1 : 3,2	Frische Eier.
„	1,538	0,307	1,11125	1 : 3,6	
„	fehlt	0,404	1,058	1 : 2,6	Dieses Ei lag während eines Monats im Zimmer ohne Anzeichen einer Entwickelung eines Embryo.
„	fehlt	0,554	0,448	1 : 0,8	Dieses Ei enthielt einen kleinen Embryo; das Dottergewicht ist mit dem Gewichte des Embryo und seiner Theile bestimmt worden.
Sperling.	2,716	0,4605	1,7515	1 : 3,8	
„	3,535	0,676	2,418	1 : 3,57	
„	2,287	0,4045	1,5995	1 : 3,9	Frische Eier.
„	2,8	0,445	1,78	1 : 4	
„	2,141	0,5215	1,337	1 : 2,5	Ein nicht mehr frisches Ei.
„	3,754	0,895	2,2105	1 : 2,4	Das Ei war während einer Woche bebrütet.
Garten-Roth-	2,0385	0,4635	1,27	1 : 2,7	Nicht ganz frisches Ei.
schwänzchen.	2,007	0,432	1,4105	1 : 3,2	Frische Eier.
„	2,056	0,422	1,48	1 : 3,5	
„	1,97	0,499	0,8135	1 : 1,6	Ein schon bebrütetes Ei.
Nachtigall.	2,0215	0,45175	1,3545	1 : 3	Frische Eier.
„	2,092	0,44775	1,4255	1 : 3,1	
Canarienvogel.	1,783	0,3735	1,0015	1 : 2,6	Nicht ganz frische Eier.
„	1,53	0,3675	0,9795	1 : 2,66	
„	1,4785	0,34775	1,004	1 : 2,88	Frisches Ei.
Drossel.	6,125	1,468	4,198	1 : 2,86	Frische Eier.
„	5,82	1,253	3,884	1 : 3,1	
Rabe.	20,045	3,6	14,3	1 : 4	
„	17,813	3,304	12,73	1 : 3,85	
„	21,2	3,661	15,309	1 : 4,1	
„	20,5	3,5	14,3	1 : 4	Frische Eier.
„	19,4	3,6	13,1	1 : 3,6	
„	22,3	4,1	16,6	1 : 4	
Kornkrähe.	15,4	2,73	10,53	1 : 3,8	
„	19,3	2,1125	15,05	1 : 7,1	
„	20,3	3,5	16,7	1 : 4,7	
„	18,7	2,1	15,0	1 : 7,1	Anscheinend frische Eier.
„	19,5	3,1	14,9	1 : 4,8	
„	16,8	2.2	12,1	1 : 5,5	
Taube.	17,427	4,005	11,038	1 : 2,7	
„	14,112	3,36	9,0	1 : 2,7	Nicht ganz frische Eier.
„	16,056	3,733	9,617	1 : 2,5	
„	17,705	4,779	11,267	1 : 2,3	Ein wenig bebrütetes Ei.
„	7,243	1,649	4,624	1 : 2,8	Nicht ganz frisches Ei.
„	15,8	3,324	10,36	1 : 3,1	
„	18,373	3,4	12,5	1 : 3,6	Ganz frische Eier.
„	16,13	2,645	11,457	1 : 4,3	

Vogelart.	Gewicht des Eies in gr	Eidotter-gewicht.	Eiweiss-Gewicht.	Gewichtsverhältniss zwischen Eigelb und Eiweiss.	Bemerkungen.
		Nestflüchter.			
Kiebitz.	27,435	8,935	15,569	1 : 1,74	
„	27,764	8,6	14,1	1 : 1,6	Frische Eier.
„	24,79	8,081	14,0	1 : 1,7	
„	24,16	8,5875	12,4405	1 : 1,4	
Wachtelkönig.	12,923	4,395	6,612	1 : 1,5	
„	13,565	4,7	7,068	1 : 1,5	Ganz frische Eier.
„	13,007	4,299	7,524	1 : 1,75	
„	13,15	4,380	5,4475	1 : 1,24	Ein älteres Ei.
Huhn.	80,297	32,516	40,546	1 : 1,24	Das Ei mit 2 Dottern.
„	61,94	18,226	37,27	1 : 2	
„	46,49	14,98	25,98	1 : 1,7	Frische Eier.
„	43,64	14,347	23,51	1 : 1,6	
„	43,62	14,216	25,44	1 : 1,7	
„	51,95	15,407	31,0	1 : 2,1	
„	48,32	13,5	27,4	1 : 2,0	
Perlhuhn.	40,483	15,247	19,279	1 : 1,2	
Truthenne.	57,89	20,44	30,16	1 : 1,4	Ganz frische Eier.
Ente.	56,7	20,6	29,8	1 : 1,4	
Gans.	172,0	76,5	74,5	1 : 0,97	

Die angeführten Zahlen lassen keinen Zweifel darüber aufkommen, dass das Verhältniss zwischen dem Eidotter- und Eiweissgewicht in den Eiern der Nesthocker bedeutend geringer als in den Eiern der Nestflüchter, sowohl der zahmen, als auch der wild lebenden, ist. In den von Valenciennes und Frémy zu gleichen Zwecken citirten Zahlen finden wir eine völlig unerwartete Bestätigung der eben ausgesprochenen These; so ist dieses Verhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss bei der Taube, der Elster, dem Sperling, d. h. bei Nesthockern, ungleich kleiner als bei der Ente, der Guinea-Gans, die zu den Nestflüchtern gehören. Eine Ausnahme bildet nur ein Nesthocker — die Meise, bei welcher, nach einer einzigen Bestimmung jener Autoren, das Verhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss ungefähr dem des Huhnes gleich steht, d. h. wie 1 : 1,9. Diese einzeln dastehende Ausnahme fordert daher eine genaue Controlle, da bei dieser einzigen, von den genannten Autoren vollführten Bestimmung sie zufälligerweise auf ein nicht frisches, schon ge-

legenes oder im Entwickelungsprocesse befindliches Meisen-Ei stossen konnten.

Da mich die Prüfung des Gewichtsverhältnisses des Dotters zum Eiweisse im Ei der Meise lebhaft interessirte, suchte ich unaufhörlich das nöthige und passende Untersuchungsmaterial; doch waren in den von mir endlich aufgefundenen zwei Meisennestern leider nur Eier vorhanden, die schon entwickelte Embryonen enthielten, so dass ich sie unmöglich zur endgültigen Entscheidung dieser Fragen verwenden konnte. Vorläufig aber bin ich fest überzeugt, dass diese ganz vereinzelt dastehende Bestimmung von Valenciennes und Frémy, die ich schon oben besprochen habe, mit einem nicht ganz frischen, schon gelegenen, oder in den anfänglichen Stadien der Entwickelung befindlichen Ei ausgeführt worden ist. Diese Behauptung wird durch viele in der oben angeführten Tabelle befindliche Zahlenangaben, die eine bedeutende Vergrösserung der Eidottermasse und eine Verminderung des Eiweisses, je nach der Lagerdauer, besonders aber je nach der Dauer der Bebrütung aufweisen, bestätigt.

Mit Hülfe derselben Tabelle können wir sehen, dass in den, Tataeiweiss-ähnliches Eiweiss enthaltenden Eiern des Kiebitz das Verhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss ungefähr gleich dem in Nestflüchtereiern vorkommenden bleibt; diese Eigenthümlichkeit der Kiebitzeier ist vollkommen erklärlich, da, wie wir schon früher gezeigt haben, die aus diesen Eiern sich entwickelnden jungen Kiebitze viele Eigenschaften der Nestflüchter besitzen.

Ich erkenne vollkommen an, dass die Zahl der von mir ausgeführten Bestimmungen noch völlig unzureichend ist, um die von mir eben ausgesprochene Behauptung, „dass das Verhältniss des Eidotters zum Eiweiss bei allen Nesthockern bedeutend geringer sei, als bei allen Nestflüchtern“, in ein allgemein gültiges Gesetz umzuwandeln; um ein solches Gesetz aufzustellen, muss man natürlich noch eine Reihe zahlreicher Versuche und Bestimmungen an Eiern verschiedenartiger, von mannigfaltigen Gattungen stammender Vögel ausführen; doch kann die Ausarbeitung dieser Frage, aus vielen einleuchtenden Gründen, nur durch die vereinigten Kräfte vieler Forscher vollführt werden.

§. 9. Die Frage über die quantitativen Verhältnisse zwischen Eidotter und Eiweiss bei Nesthockern und Nestflüchtern verdient

wegen der Bedeutung, die sie für die Ornithologie, Oologie und Entwickelungsgeschichte des Embryo haben kann, eine ernste und eifrige Bearbeitung. Ich erlaube mir hier nur auf einige natürlichen Folgen der verhältnissmässig geringen Eidottermasse bei den von mir untersuchten Nesthockereiern hinzuweisen; doch vorher will ich einen Augenblick bei den Eigenthümlichkeiten des Eidotterbestandes der Nesthocker und Nestflüchter verweilen. Bei diesen Untersuchungen werde ich mich nur mit der Lösung folgender Frage beschäftigen, nämlich bei welchen zwei verschiedenen Arten angehörenden Vögeln der Eidotter wässeriger ist, bei Nesthockern oder Nestflüchtern?

Die weiter unten angeführten Zahlen entscheiden diese Frage endgültig.

Tabelle Nr. 8.

Vogelart.	Die bei der Analyse gebrauchte Eidottermenge.	Fester Rückstand desselben.	Fester Rückstand in % berechnet.	Wasser in %	Bemerkungen.
Sperling.	0,5785	0,255	44,1	55,9	Alle Eier waren ohne irgend welche Spur eines Embryo.
"	0,676	0,2895	42,8	57,2	
Rabe.	3,6615	1,672	42,9	57,1	
Kornkrähe.	2,1125	0,8815	42,0	58,0	
Taube.	4,005	1,665	41,4	58,6	
"	2,568	1,096	42,7	57,3	
"	3,324	1,423	42,9	57,1	
Kiebitz.	2,3555	1,12	47,5	52,5	
"	8,081	4,0195	49,7	50,3	
"	2,6825	1,3715	51,1	48,9	
Wachtelkönig.	3,0405	1,7665	58,1	41,9	
"	4,304	2,509	58,3	41,7	
"	2,256	1,31325	58,3	41,7	
Huhn.	3,129	1,547	49,5	50,5	
"	11,072	5,327	48,2	51,8	
"	2,4995	1.318	52,8	47,2	
"	12,852	6,59	51,3	48,7	
Perlhuhn.	4,7025	2,4105	51,3	48,7	

Diese Zahlen beweisen zur Genüge, dass bei den Nesthockern der Eidotter um 10—16 % mehr Wasser als der Dotter der Nestflüchter enthält. Dieser Umstand muss eine grosse Bedeutung für den intraovaren Entwickelungsprocess der Nesthocker haben. In der That haben wir gesehen, dass die Eidottermasse im Verhält-

niss zu dem Eiweiss bei den Nesthockern um vieles geringer als bei den Nestflüchtern ist; jetzt erfahren wir weiter, dass bei dem an und für sich verhältnissmässig kleinen Eidotter der Nesthocker derselbe noch dazu um 10—16 % ärmer an festem Rückstande im Vergleiche zum Nestflüchterdotter ist. Da, wie bekannt, der Eidotter die hauptsächlichsten, für die Entwickelung des Embryo nothwendigen Stoffe enthält, so ist es auch verständlich, dass während der Bebrütung der Nesthockereier der Embryo das in demselben enthaltene Nahrungsmaterial schneller erschöpfen und in einem weniger entwickelten Zustande, als der Nestflüchterembryo, zur Welt kommen muss. Und in der That sehen wir auch, dass die Brut- oder Incubationsperiode bei der Mehrzahl der Nesthocker zwischen 12 und 16 Tagen, während dieselbe bei den Nestflüchtern zwischen 21 und 28 Tagen zu schwanken pflegt[1]), wobei die Jungen der Nestflüchter in einem unvergleichlich entwickelteren Zustande, als der Embryo der Nesthocker die Welt erblicken. Deshalb ist es kaum möglich daran zu zweifeln, dass die längere Dauer der Incubationsperiode und ebenso die höhere Entwickelungsstufe, welche der Embryo des Nestflüchters am Ende derselben erreicht, ganz und gar von dem relativ bedeutenden Umfange des Eidotters und dessen Reichthum an Nahrungsstoffen abhängt, welches letztere sich noch durch den verhältnissmässig hohen Procentgehalt an festen Bestandtheilen kund gibt. Von diesem Standpunkte aus betrachtet, ist die genaue vergleichende Analyse der Eidotterbestandtheile bei Nesthockern und Nestflüchtern von grossem Interesse.

§. 10. Auf diese Weise kommen die Nesthockereier auf die Welt in weniger entwickeltem Zustande, als die Nestflüchtereier. Dieses hat seinen Grund in der besonders scharf ausgeprägten Wässerigkeit ihres Inhaltes (sowohl des Eiweisses, als auch besonders des Dotters), in dem relativ geringen Umfang des in ihnen enthaltenen Eidotters und in dem Gehalte an Tataeiweiss, welches als ein besonderes, präexistirendes, dem Erscheinen des gewöhnlichen Hühnereiweisses vorausgehendes Eiweiss angesehen werden kann. Dass Tataeiweiss zu den elementaren, weniger vollkommenen Gebilden gerechnet werden kann, beweist uns, ausser den oben angeführten Thatsachen, auch theilweise die

1) Schinz, Naturgeschichte der Vögel, Zürich, 1853.

schon früher citirte Arbeit von A. Danilewsky; dieser Autor[1]) legt, wie bekannt, eine grosse Bedeutung dem Eiweisskörper bei, welcher nach Lehmann[2]) mittelst Verdünnung des flüssigen Eiweisses mit Wasser gefällt wird und von ihm Eialbumin genannt worden ist. Der intensiv colloide Charakter desselben, die bedeutende Menge des in ihm enthaltenen Schwefels, der gänzliche Mangel des Polarisationsvermögens und die Möglichkeit aus demselben ein Alkalialbuminat und andere Derivate zu erhalten, haben Danilewsky veranlasst, dieses Lehmann'sche Eialbumin als den höchsten Typus der Eiweissstoffe, welcher nur im Hühnereiweiss enthalten ist, anzuerkennen. Wichtig ist es nun für uns, dass das Tataeiweiss, also das frische Nesthockereiweiss, eben dieses Lehmann'sche Eialbumin fast gar nicht enthält, und dass dasselbe erst nach der Bebrütung oder je nach dem Entwickelungsstadium des Eies in demselben erscheint. Wenn sich diese Ansicht Danilewsky's als richtig erweist, so werden wir in dem fast völligen Fehlen des Lehmann'schen Eialbumins im Tataeiweiss einen Beweis mehr für die Richtigkeit der von uns ausgesprochenen Behauptung, dass die Nesthockereier in einem weniger entwickelten Zustande als die Eier der Nestflüchter zur Welt kommen, haben.

Mit der Ansicht, dass die Nesthockereier weniger entwickelte Gebilde als die Nestflüchtereier sind, steht anscheinend auch noch jenes Factum im Einklang, dass das Verhältniss zwischen dem Gewichte des Eies und dem Körpergewichte bei den ersten bedeutend geringer, als bei den zweiten ist[3]).

Was nun die Wässerigkeit der Nesthockereier anlangt, so kann ich vor allem nicht umhin, folgende, wenn auch etwas weit gegriffene, aber trotzdem erstaunliche Analogie anzuführen: auch unter den Säugethieren kann, wie bekannt, auf Grund der Entwickelungsstufe, auf welcher die neugeborenen Thiere das Licht der Welt erblicken, eine Eintheilung festgestellt werden, welche der der Nesthocker und Nestflüchter analog ist; und zwar sind die einen von dem Moment ihrer Geburt an sehend, bedeckt mit Fell und fähig zu locomotorischen Bewegungen, wie z. B. die Meerschweinchen, Ferkel, Füllen u. s. w. (den Nestflüchtern ähn-

1) Militair. Medicinisches Journal, 1871, Seite 1 (russisch).

2) Lehmann, Lehrb. der physiol. Chemie, 1852.

3) Des Murs, Traité général d'Oologie ornithologique au point de vue de la classification. 1860. Paris.

liche Thiere), während andere im Gegentheil vollständig hilflos zur Welt kommen, d. h. blind, mehr oder weniger nackt und unfähig zu irgendwelchen willkürlichen, locomotorischen Bewegungen, wie z. B. die Hunde, Kaninchen u. s. w. (den Nesthockern ähnliche Thiere). Das Gehirn, ein Organ, welches seiner Zusammensetzung nach dem Dotter des Vogeleies am nächsten steht, ist, wie mich frühere Untersuchungen gelehrt haben[1]), bei blindgeborenen Säugethieren, wie beim Hunde, Kaninchen etc. um einige Procente wasserreicher, als das Gehirn z. B. des Meerschweinchens, welches sehend und fähig willkürliche Bewegungen auszuführen, das Licht der Welt erblickt. Qualitativ begegnen wir hier denselben Unterschieden im Wassergehalt, wie wir sie zwischen dem Eidotter der Nestflüchter und Nesthocker beobachtet haben. Diese Analogie bestätigt noch mehr die von uns ausgesprochene Ansicht, dass die Nesthockereier im Vergleich mit den Nestflüchtereiern weniger entwickelte Gebilde sind.

Die angeführte Wässerigkeit des Nesthockereidotters kann auch nicht ohne Einfluss auf die gegenseitige Einwirkung zwischen Eiweiss und Eidotter und deren Schnelligkeit bleiben und zugleich auch auf die Energie, mit welcher der Dotter auf das Eiweiss einzuwirken im Stande ist. In der That enthält das frischeste Nesthockereiweiss nur um 3 bis 4 % mehr Wasser als das Nestflüchtereiweiss, während der Nesthockereidotter um 10—16 % wasserreicher, als der der Nestflüchter ist. Daraus folgt, dass bei den Nesthockern die Unterschiede zwischen den im Eidotter und Eiweiss enthaltenen Wassermengen um vieles geringer, als bei den Nestflüchtern sein müssen und deswegen müssen auch die Diffusionsprocesse zwischen Dotter und Eiweiss, welche die Einwirkung des ersteren auf das letztere begründen, bei den Nesthockern bedeutend schwächer, als bei den Nestflüchtern sein. Vielleicht ist auch in dieser verhältnissmässig schwachen und trägen Einwirkung des Dotters auf das Eiweiss der Grund dafür zu suchen, dass wir in den Nesthockereiern leicht die Periode des Vorhandenseins des in ihnen enthaltenen Tataeiweisses, d. h. eines dem gewöhnlichen Hühnereiweiss vorausgehenden Eiweissstoffes merken können; und

---

1) Tarchanoff, Ueber psychomotorische Centren u. s. w., 1879, St. Petersburg (russisch) und Revue mensuelle, herausgeg. von Charcot u. anderen. 1879. Paris.

in der That, wenn wir das Nesthockerei der Hitzeeinwirkung aussetzen und damit die Diffusionsvorgänge zwischen Eidotter und Eiweiss bedeutender machen, so können wir den Umwandlungsprocess des Tataeiweisses in gewöhnliches Hühnereiweiss beschleunigen.

§ 11. Da in den Nesthockereiern dem Erscheinen des gewöhnlichen Hühnereiweisses ein besonderer Zustand desselben vorausgeht, welchen wir Tataeiweiss genannt haben, so lag die Frage natürlicherweise sehr nahe, ob sich derselbe Vorgang nicht auch in den Nestflüchtereiern wiederholt, mit dem einzigen Unterschiede, dass der ganze Umwandlungsprocess des Tataeiweisses in das gewöhnliche Hühnereiweiss bei Letzteren sich in der Zeit vollzieht, während welcher die Eier die Oviducte passiren, mithin also noch vor dem dieselben zur Welt kommen. Eine solche Voraussetzung hat die Thatsache für sich, dass die Nestflüchtereier, wie wir es oben gezeigt haben, in vielen Beziehungen als vollkommenere und entwickeltere Gebilde, als die Nesthockereier anerkannt werden müssen.

Um diese Frage zu entscheiden wurden folgende Versuche angestellt:

Von einigen Eier legenden Hennen suchte ich mittelst Eröffnung der Bauchhöhle mit nachfolgender Oeffnung des Eierstockes zu Eiern zu gelangen, welche sich in verschiedenen Puncten der Längsaxe desselben befinden würden. Ungeachtet dessen, dass mir Hennen zur Verfügung standen, von denen die Einen täglich, Andere über einen Tag, Dritte nach je zwei Tagen Eier legten, und dass die Operation der Tubenöffnung von mir in den verschiedensten Zeitpunkten zwischen zwei auf einander folgenden Gelegen ausgeführt wurde, ist es mir doch nie gelungen, das Ei im mittleren Theil des Eileiters aufzufangen, wo der Eidotter nur noch von einer einzigen, von den Tubenwänden abgeschnürten Eiweisschicht umgeben wäre, ich hatte im Gegentheil Gelegenheit, die Eier am häufigsten in dem unteren Tubenrande neben der Eikammer (Uterus), oder in der Kammer selbst anzutreffen, wobei sie schon ganz in Eiweiss eingehüllt und mit einer Schalenmembran, dann und wann auch mit einer echten Schale bedeckt waren; in selteneren Fällen fand ich den Dotter nach Oeffnung der Eileiter in dem oberen Viertel derselben, wobei er noch fast ganz frei von Eiweiss war mit Ausnahme der Eidotterpole, an welchen eine geringe Eiweissansammlung bemerkt werden konnte. Baer

ist es, wie bekannt, auch nie gelungen, nach Eröffnung der Eileiter das Ei an der Eingangsöffnung derselben aufzufangen und ist ein solches Factum nur einmal von Purkinje constatirt worden. Es leuchtet ein, dass der in den Eileitern eingetretene Eidotter sehr schnell durch den oberen Theil derselben gleitet, wobei er nicht genug Zeit hat sich mit Eiweiss zu umhüllen. Ich hatte auf diese Weise bei Eröffnung der Eileiter entweder mit schon völlig formirten, in fertiger Schale sich befindenden, oder mit von einer einzigen Schalenmembran bedeckten Eiern, oder endlich mit Eidotter allein, die noch von Eiweiss fast gänzlich frei waren, zu thun. Letztere waren für mich ganz untauglich; die Versuche mit ersteren haben mir gezeigt, dass das in ihnen enthaltene Eiweiss bei der unter Hitzeeinwirkung erfolgenden Gerinnung sich von dem gewöhnlichen Huhneiweiss in nichts unterscheidet. Folglich enthält das schon völlig formirte Ei, welches dem Eibehälter (Uterus) entnommen ist, schon fertiges (beim Gerinnen unter Hitzeeinwirkung) weiss werdendes Hühnereiweiss. Dieses Resultat könnte a priori damit erklärt werden, dass der Hühnereidotter während das Ei den Viaduct passirte, genügende Zeit gehabt hatte, auf das Eiweiss einzuwirken, welches anfänglich vielleicht auch als Tataeiweiss von den Oviductdrüsen abgesondert wird. Zur Prüfung dieser meiner Voraussetzung müsste man aus dem Eileiter einer Henne solches Eiweiss zu erlangen suchen, welches der Eidottereinwirkung noch gar nicht ausgesetzt worden wäre.

Fussend auf der Aussage von Baer's, dass der Eidotter, bestimmte Punkte des Oviducts mechanisch reizend, einen reichlicheren Blutzufluss zu denselben mit nachfolgender Eiweissabsonderung bewirkt, versuchte ich mehrere Mal durch mechanische und electrische Reize der entblössten Oviductschleimhaut das von mir gesuchte Tataeiweiss zu erhalten; leider beschränkte sich jedoch jedesmal der ganze Erfolg darauf, dass der gereizte Theil der Schleimhaut feuchter erschien; es ist mir nie gelungen eine Ansammlung wenn auch geringer Eiweissmengen zu erhalten. Deshalb nahm ich meine Zuflucht zu einem anderen Operationsmodus. Nach Oeffnung der Bauchhöhle wurde der Eileiter aufgesucht und durch eine mit der Scheere in der Wand desselben so nahe wie möglich zu seinem Anfang gemachte kleine Oeffnung ein Bernstein-, Knochen- oder Wachskügelchen von ovaler oder Kugelform in denselben eingeführt und mit dem kleinen Finger nach

unten zu gestossen. Die Wunde in der Eileiterwand wurde zugenäht und derselbe oben durch eine Ligatur kräftig zugeschnürt, um den reifen Eidottern den Zutritt aus dem Ovarium in die Eileiter zu wehren. Unten an der Grenze der Eikammer wurde eine zweite Ligatur angelegt, um ein zu schnelles Austreten des Kügelchens zu verhindern. Hierbei wurde jedesmal dafür gesorgt, dass der ganze Eileiter und besonders der von den Ligaturen eingeschlossene Theil desselben von Eidotter frei bleibe. In den Fällen, wo nach Blosslegung des Eileiters, in demselben ein Eidotter durchgefühlt werden konnte, wurde letzteres jedesmal durch einen in die Wand des Eileiters gemachten Schnitt entfernt und die Wunde hierauf zugenäht. Nach Beendigung aller erwähnten Manipulationen am Eierstock wurde die Wunde in der Bauchwand sorgfältig zugenäht und das Huhn ein bis zwei Tage in Ruhe gelassen. Einige Hühner ertrugen diese Operation ausgezeichnet; besonders aber diejenigen, bei welchen während der Operation der Darmkanal sowohl vor Lufteinwirkung und Abkühlung, als auch vor mechanischen Insultaten aufs sorgfältigste bewahrt wurde. Wenn man die auf solche Weise operirten Hühner ein bis zwei Tage nach Einführung des Kügelchens öffnete, konnte man bei einigen die zwischen den Ligaturen eingeschlossene Eileiterschlinge von einer klebrigen und zähen Flüssigkeit, welche bei Hitzeeinwirkung sich in gewöhnliches weisses Hühnereiweiss verwandelte, angefüllt vorfinden. Die durch das eingeführte Kügelchen bewirkte mechanische Reizung der Oviductenwand erwies sich als genügend, um von derselben ab und zu bis über 50 ccm Eiweiss absondern zu lassen. Durch einen besonderen Ueberfluss an dieser Flüssigkeit zeichneten sich diejenigen Hühner aus, bei welchen die Operation eine starke Mesenterial- und Drüsenentzündung und einen allgemeinen Blutandrang zu den Bauchorganen hervorgerufen hatte. Augenscheinlich ruft die durch das eingeführte Kügelchen verursachte mechanische Reizung des im hyperaemischen Zustande befindlichen Eileiters eine reichlichere Absonderung der eiweisshaltigen Flüssigkeit hervor. Wie gross die Menge des sich im Oviducte ohne jeden Antheil des Eidotters angesammelten Eiweisses auch war, so geht dasselbe bei Siedetemperatur doch immer in das gewöhnliche weisse Gerinsel des Hühnereiweisses über. Auf Grund dieser Experimente könnte man wie es scheint mit Bestimmtheit den Schluss ziehen, dass das von dem Eileiter

des Huhnes abgesonderte Eiweiss von Anfang an schon nicht die Form des Tataeiweisses, sondern die Form des entwickelteren gewöhnlichen Hühnereiweisses annimmt; doch wir haben kaum das Recht, diese Ansicht als absolut richtig anzuerkennen und zwar auf Grund folgender Betrachtungen: Das aus dem Oviduct mittelst künstlicher Reizung desselben durch Kügelchen hervorgebrachte und aufgesammelte Eiweiss ist in mancher Hinsicht von dem gewöhnlichen Hühnereiweisse verschieden; so, wenn beim Gerinnen unter Hitzeeinwirkung dasselbe auch im Allgemeinen ein weisses Gerinnsel liefert, so ist doch letzteres weniger fest, lockerer, und hier und da machen sich in denselben abgesonderte, nicht sehr grosse Theile durchsichtigen und gallertartigen Eiweisses bemerkbar, die an Tataeiweiss erinnern und sich im prädominirenden gewöhnlichen Hühnereiweisse verlieren; ausserdem wird das der Einwirkung des Eidotters nicht ausgesetzt gewesene Eiweiss im künstlichen Magensafte etwas schneller, als das gewöhnliche Hühnereiweiss, wenn auch langsamer, als das Tataeiweiss verdaut; nicht destoweniger erinnert es durch seine verhältnissmässig leichte Verdaulichkeit an das Tataeiweiss. Diese Eigenschaften des aus den abgebundenen Schlingen der Eileiter genommenen Eiweisses lassen vermuthen, dass das von den Oviductdrüsen abgesonderte primitive Eiweiss vielleicht in Form von Tataeiweiss zum Vorschein komme, welches aber durch Einwirkung anormaler Bedingungen, die der entzündliche Zustand der Bauchorgane verursacht, auch ohne jeden Antheil des Eidotters in eine andere Modification, d. h. in das gewöhnliche Hühnereiweiss übergeht. In einer solchen Voraussetzung liegt nichts Unnatürliches, wenn wir uns nur der leichten Veränderlichkeit des Tataeiweisses, zu dessen Umwandlung in das gewöhnliche Hühnereiweiss sogar das Vorhandensein einer reichlichen Menge CO_2 genügt, erinnern. Zu Gunsten dieser Annahme, d. h. der möglichen Veränderung des Eiweisses im Oviduct bei anormalen Bedingungen, sprechen auch die mit dem aus Oviductfisteln gesammelten Eiweisse ausgeführten Versuche, welche weiter unten ihre Berücksichtigung finden werden. Vorläufig erwähne ich noch einen Versuch, welcher ausgeführt wurde, um zu erfahren, ob die die Operation der Oviductöffnung, das Anlegen von Ligaturen etc. begleitenden anormalen Bedingungen an und für sich den Grund zur Umwandlung des Tataeiweisses in das gewöhnliche Hühner-

eiweiss liefern können. Dazu musste man natürlich, wie ich es auch versucht habe, mit Oviducten solcher Vögel experimentiren, welche unzweifelhaft Tataeiweiss absondern. Wenn bei denselben die Operation der Einführung eines Kügelchens in die abgebundene Oviductschlinge die Anfüllung derselben nicht mit Tataeiweiss, sondern mit gewöhnlichem Hühnereiweiss hervorgerufen hätte, so würde die Frage über die Bedeutung der entzündlichen Erscheinungen in dem Umwandlungsprocesse des Tataeiweisses in das gewöhnliche Hühnereiweiss im bejahenden Sinne entschieden sein. Die Wichtigkeit eines solchen Experimentes anerkennend, habe ich Dutzende von Tauben untersucht; doch ist es mir leider nicht ein einziges Mal gelungen, einen für dieses Experiment tauglichen Vogel ausfindig zu machen, da nicht eine von den mir in die Hände gelangten Tauben einen dermaassen entwickelten und in der Periode der Functionsthätigkeit befindlichen Eileiter besass, dass es mir möglich gewesen wäre, die oben erwähnte Operation zu vollführen.

Wegen der Unmöglichkeit, die uns interessirende Frage auf diese Art und Weise zu lösen, nahm ich endlich meine Zuflucht zu Experimenten, bei welchen das Sammeln des Oviducteiweisses mit Ausschluss des entzündeten Zustandes des Oviductes geschehen musste; ich meine hier die Experimente mit Oviductfisteln. Dazu wurden ebenso wie zu allen vorhergehenden Experimenten stets nur eiertragende Hühner genommen. Die Oviductfisteln, welche, soweit es mir bekannt ist, noch von niemandem verwendet worden sind, wurden von mir in folgender Weise ausgeführt: zwei Finger breit unter dem Sternumende und einen Finger breit nach links von der medianen Bauchlinie und parallel derselben wurde ein Schnitt von nicht mehr als 3—4 cm. Länge in die Bauchwand gemacht; darauf wurde, ohne den Darm bloszulegen, mit dem Finger das obere Oviductende aufgesucht, vorsichtig von seinen Insertionen abgetrennt und dann mit seinen Rändern an die Ränder der Bauchwunde angenäht. Nachdem weiter durch eine feste Naht die Ränder der Eintrittsöffnung des Oviducts an den Rändern des oberen Winkels der Bauchwunde angeheftet worden waren, wurde letztere vollständig und sorglich mit Ausnahme ihres oberen Theiles zugenäht, mit einer Carbollösung ausgewaschen und mit einem Carbolverbande bedeckt. Diese Operation ist sehr leicht an jenen Hühnern auszuführen, bei denen der Abstand zwischen

dem Sternumende und den Beckenknochen recht beträchtlich ist, und im Gegentheil ist sie völlig unausführbar an Hühnern, bei welchen dieser Abstand sehr gering ist.

Die Thiere halten ohne Ausnahme die Operation sehr gut aus, und 2—3 Stunden nach derselben fressen und trinken sie wie normale Hühner; am nächsten oder dritten Tage sind sie schon im Stande, ein vollkommen normales Ei zu legen, dessen Dotter natürlich im Oviduct schon beim Beginne der Operation sich befand. Die ersten zwei bis drei Tage wurde in die Fistelöffnung eine elastische Guttaperchasonde eingeführt, die den Zweck hatte die Oeffnung zu erweitern und sie im gähnenden Zustande zu erhalten. Auf diese Weise war der Oviduct vollkommen garantirt vor der Möglichkeit, dass nachträglich gereifte Dotter in denselben aus dem Ovarium hineingelangen würden, andererseits wurde es dadurch möglich durch die Fistelöffnung leicht die oben erwähnten Kügelchen, um die Absonderung der eiweisshaltigen Flüssigkeit hervorzurufen, einzuführen. Ich glaubte, dass das auf genannte Weise eingeführte Kügelchen, nachdem es den ganzen Eileiter durchgewandert hätte, mit einer Eiweissschicht umgeben herauskommen würde, oder sogar in Form eines echten Eies, in welchem der Dotter nur durch ein Bernsteinkügelchen ersetzt wäre. Das Experiment hat jedoch meine Erwartungen nicht vollkommen bewahrheitet. Die durch die Fistelöffnung in den Eileiter eingeführten Kügelchen wurden in der That von einigen Hühnern in einem, von andern in zwei Tagen herausbefördert, ähnlich der Reihenfolge, in welcher sie Eier legten, doch waren diese Kügelchen nur von einer sehr geringen Menge Eiweiss umgeben, welches eine mehr oder weniger dünne weisse Membran bildete. Dieses Eiweiss erwies sich schon deshalb als verändert, weil es beim Erscheinen des Kügelchens bereits nicht dünnflüssig war, sondern in Form einer festen, weiss-faserigen Substanz erschien, die das Kügelchen eng umschlossen hielt und sich an den beiden entgegengesetzten Polen desselben zu hervorragenden Anhäufungen verdichtete. Zugleich konnte man aus der Fistelöffnung mit einer Pincette lange dicke Fäden oder Bänder einer weisslich-faserigen Substanz, welche sehr an Fibrinfasern erinnerten, herausziehen; augenscheinlich veränderte sich das vom Oviducte abgesonderte Eiweiss unter dem Einfluss der Fistelanlegung rasch in dem Inneren des Eileiters, oder es wurde schon von Anfang an in anormaler

Form abgesondert. Diese Experimente konnten folglich gleich den vorigen nicht zur Aufklärung der uns interessirenden Hauptfrage, ob nämlich unter normalen Bedingungen aus den Oviductdrüsen des Huhnes, Tataeiweiss oder sofort das entwickeltere Hühnereiweiss abgesondert wird, dienen. Zu dem über die Experimente mit Einführung von Kügelchen in die Oeffnung der Oviductfistel Gesagten muss ich noch hinzufügen, dass diese Kügelchen von mir im Laufe fast eines Monats nach Anlegung der Fistel eingeführt wurden, und immer mit demselben Misserfolge. Die Anlegung einer Oviductfistel wirkt augenscheinlich ungünstig nicht nur auf das Secret der Eiweissdrüsen des Oviductes, sondern auch auf die Thätigkeit des Eierstockes und die Eigenschaften seiner Producte. So wird ein Theil der schon reifen Dotter vom Eierstocke abgerissen und gelangt direct in die Bauchhöhle, wo dieselben auch verschiedenartigen Degenerationsprocessen anheim fallen, der andere am Ovarium befestigt bleibende Theil der Dotter wird erweicht, in seinem Wachsthum gehindert und wird allmählich atrophisch. Augenscheinlich existirt zwischen den Functionen der Oviducte und des Ovariums eine enge Verwandschaft. Am wahrscheinlichsten ist es, dass die Operation des Fistelanlegens, die Thätigkeit des Ovariums durch die Nervenbahnen auf reflectorischem Wege beeinflusst. Wenn wir nun alle in diesen Paragraphen erörterten Versuche zusammenfassen, müssen wir leider zugeben, dass auf die Hauptfrage: „ob die Oviductdrüsen der Nestflüchter primär Tataeiweiss entwickeln, welches nur unter Dottereinwirkung weiter in das gewöhnliche Hühnereiweiss übergeht", wir bis jetzt keine bestimmte Antwort zu geben im Stande sind.

Im Sommer des laufenden Jahres fand ich zufällig bei einer Henne ein Zwerg-Ei (2 cm. lang und $1^1/_2$ cm. breit), das in Anbetracht der von uns hier erörterten Frage ein hohes Interesse darbot. Nachdem dasselbe gesotten und die Schale entfernt worden war, erwies es sich, dass es gar keinen Dotter enthielt, sondern an Stelle desselben ein excentrisch situirtes gelbliches Körnchen, welches 2 oder 3 mm. breit war und leicht aus der Eiweissmasse herausgenommen werden konnte; es bestand aus Fettkügelchen, die mit Kalkmassen durchsetzt waren. Diese todte und so sehr geringe Masse konnte natürlicherweise keine chemische Einwirkung auf das dasselbe umringende Eiweiss ausüben; dennoch ergab dasselbe, nachdem es hart gesotten worden war, ein dem

gewöhnlichen Hühnereiweisse vollkommen ähnliches weisses Eiweiss. Diese Thatsache scheint mir die von uns aufgeworfene Frage in folgendem Sinne endgültig zu beantworten, nämlich, dass die Drüsen des Eileiters der Nestflüchter schon von Anfang an ein vom Tataeiweisse der Nesthocker vollkommen verschiedenes Eiweiss absondern. Jetzt frägt es sich, besteht denn in Folge dessen kein Unterschied im Bau der Eiweiss secernirenden Drüsen des Eileiters bei Nestflüchtern und Nesthockern? In diesem Augenblicke habe ich auch meine ganze Aufmerksamkeit dieser höchst interessanten Frage gewidmet.

§. 12. Aus dem vorhergehenden Paragraphen folgt augenscheinlich, dass das Hühnereiweiss, welches der Dottereinwirkung noch nicht ausgesetzt war, leichter verdaulich, als das gewöhnliche Hühnereiweiss ist. Auf Grund dieses Factums musste man natürlicherweise erwarten, dass die einen umfangreicheren Dotter enthaltenden Eier ein schwerer verdauliches Eiweiss aufweisen würden. Um diese Voraussetzung zu prüfen, wurden folgende Versuche angestellt. Vor allem wurde künstlicher Magensaft aus 0,5 grm. Pepsin von Witte, 0,6 ccm. Salzsäure auf 100 ccm. Wasser zubereitet. In 10 ccm. eines solchen Saftes wurden 0,5 gr. kleingehackten, durch Hitzeinwirkung geronnenen Eiweisses, welches den Eiern verschiedener Vögel entnommen war, getaucht. Die mit diesen Mischungen angefüllten Probirgläschen wurden gleichzeitig in ein Wasserbad von 40° C. getaucht und dann und wann umgeschüttelt.

Die Portion mit Taubeneiweiss (Tataeiweiss) zeigte schon nach $1^1/_2$ Stunden keine Spur von Eiweiss mehr und gab alle dem Pepton eigenthümlichen Reactionen. Das Verhältniss zwischen Eidotter und Eiweiss in dem Ei, aus welchem das Eiweiss zum Versuch genommen wurde, war gleich 1 : 3,5. In der Portion mit Hühnereiweiss verwandelte sich das ganze Eiweiss in Pepton erst nach 5 Stunden vom Anfang des Verdauungsproceses an gerechnet. Eidotter und Eiweiss in dem Ei, aus welchem das Eiweiss genommen war, verhielten sich wie 1 : 1,7.

In der Portion mit dem Eiweiss einer Truthenne wurde dasselbe Resultat erst nach 9 Stunden, vom Anfange des Experimentes an gerechnet, erzielt. Eidotter und Eiweiss verhielten sich wie 1 : 1,4. In der Portion mit Enteneiweiss ging letzteres

in Pepton, nach $9^1/_2$ Stunden vom Anfang des Versuches an über; Eidotter und Eiweiss verhielten sich auch wie 1 : 1,4.

Endlich enthielt die Portion mit Gänseeiweiss noch nach 11 Stunden vom Anfange des Experimentes an deutlich erkennbare, unverdaute Eiweissstückchen, wobei diese Flüssigkeit verhältnissmässig trüber war, als die übrigen. Eidotter und Eiweiss verhielten sich wie 1 : 0,97. Die angeführten Zahlen bestätigen augenscheinlich die von uns ausgesprochene Behauptung, dass die Nesthockereier, welche einen verhältnissmässig kleinen Dotter enthalten, das verdaubarste Eiweiss enthalten, die Gänseeier aber mit einem allzuentwickelten Dotter ein mit entgegengesetzten Eigenschaften behaftetes Eiweiss besitzen. In Anbetracht der grossen Verdaulichkeit des Nesthockereiweisses und speciell des Tataeiweisses der Taubeneier, entsteht unwillkürlich die Frage, ob diese letzteren nicht eine Verwendung bei der Ernährung von Kranken finden könnten, die an verschiedenen Formen der Dyspepsie leiden und ganz besonders im Kindesalter? Diese Frage verdient wohl eine ernste Ausarbeitung umsomehr, da, wie ich es schon auf Vogelmärkten gehört habe, Leute öfter Taubeneier suchen, um mit denselben kranke Affen zu ernähren. Vielleicht wird dieses Beispiel sich auch für kranke Menschen nützlich erweisen. Bis jetzt aber habe ich nur die Zeit gehabt, folgende Probe der Verdaubarkeit des Tataeiweisses im Verhältniss zum gewöhnlichen Hühnereiweisse auszuführen: Aus Claude-Bernard's Versuchen ist es bekannt, dass das Hühnereiweiss, unmittelbar dem Blutkreislaufe einverleibt, mit dem Urin vollständig abgesondert wird; es war interessant zu erfahren, wie in solchem Falle das Tataeiweiss der Taubeneier sich verhalten würde. Dazu wurden Lösungen sowohl von Tataeiweiss, als auch vom gewöhnlichen Hühnereiweiss bereitet; 4 ccm. des ersteren und 3 ccm. des letzteren wurden jedes für sich mit 10 ccm. Wasser verdünnt und filtrirt. Die erhaltenen Filtrate wurden in die Jugularvenen zweier gleich grossen Hunde eingespritzt und Probeportionen des Urins aus den Urethern gesammelt. Ich führte mit Absicht ein grösseres Quantum Tataeiweiss ein in Anbetracht dessen, dass dasselbe 3—4% mehr Wasser, als das gewöhnliche Hühnereiweiss enthält. Zwei von mir in dieser Richtung ausgeführte Versuche haben gezeigt, dass das Hühnereiweiss trotz einer geringeren Filtrationsfähigkeit nichtsdestoweniger in den Urin in viel grösseren Mengen, als das Tataeiweiss über-

geht. Gewichtsbestimmungen der von dem Urin ausgesonderten Eiweissmengen habe ich aus Mangel an Zeit nicht unternehmen können, doch liess das weit umfangreichere Eiweissgerinnsel, welches beim Kochen des etwas angesäuerten Urins desjenigen Thieres, dem gewöhnliches Hühnereiweiss eingeführt worden war, erhalten wurde, keinen Zweifel darüber bestehen, dass letzterers von Urin in grösseren Mengen abgesondert wurde, als das Tataeiweiss. Vielleicht wurde diese Differenz durch die Assimilation eines Theiles des im Blute circulirenden Tataeiweisses seitens des Organismus bedingt. Uebrigens bedarf diese Frage einer weiteren Ausarbeitung.

§. 13. Während der Ausführung der Versuche mit dem Sammeln von Eiweiss aus dem Oviduct mittelst der durch eingeführte Kügelchen bedingten Reizung seiner Wandungen, bin ich auf ein Factum gestossen, welches von besonderem Interesse ist für die Theorie der Ablagerung (um den Dotter herum) des Eiweisses und der Schale oder im Grunde genommen für die Bildungstheorie des Vogeleies. Nach einer älteren Auffassung, für die in letzterer Zeit besonders warm Landois[1]) eintritt, werden die Erscheinungen der Eiweiss- und Schalenablagerung um den Dotter herum (welche den Eileiter durchwandert), auf eine rein mechanische Ursache zurückgeführt: Es reizt nämlich der Dotter während seines Durchganges mechanisch die Wandungen des Eileiters, ruft dadurch die Absonderung einer eiweisshaltigen Flüssigkeit aus denselben hervor, welche sich um den Dotter in Form einer Eiweissschicht ablagert, deren äusserer Theil sich in die Schalenmembran und später in die Schale verwandelt, und das alles geschieht ohne jeden Antheil irgend welcher activer, lebender Kräfte, weder des Eidotters, noch der Oviductwandungen. Dieses ist die rein mechanische Theorie der Bildung der Eibestandtheile. Zu Gunsten dieser Theorie führt Landois unter Anderem auch an, dass dann und wann statt des Eidotters im Ei ein Blutgerinsel oder ein eingeschrumpfter degenerirter Dotter enthalten ist, was aber der normalen Eientwickelung durchaus nicht hinderlich war. Ausserdem ähnelt der Bau der Schalenmembran dem Bau eines Netzes aus Fibrinfasern oder den Niederschlägen, welche durch die Einwirkung verschiedener Agentien, wie z. B. der Kohlensäure u. a. m. auf das Eiweiss hervorgerufen werden. Wir könnten hier noch die

1) Journal für Ornithologie 1882. Heft I, Januar.

Thatsachen, welche Des Murs (1860) in seinem Traité général d'Oologie ornithologique etc. erwähnt, anführen und zwar den Fall mit dem anscheinend ganz normalen, aber vollkommen dotterfreien Ei einer Elster, ausserdem die Fälle mit Eiern, in welchen an Stelle des Eidotters ein anderes Ei von geringerem Umfange sich befand, folglich ein Ei in einem anderen sich befand. All' diese Thatsachen sprechen dafür, dass zur Eibildung (wobei wir in diesem Falle das von der Schale umgebene Eiweiss verstehen) die Gegenwart des Dotters keine unbedingte Nothwendigkeit ist; seine Rolle kann dabei ein jeder Fremdkörper, welcher fähig ist die Oviductwandungen mechanisch zu reizen, übernehmen.

Ganz anders denkt in diesem Falle Nathusius[1]); nach der Meinung dieses Autors bildet die Schale einen lebendigen unzertrennlichen Theil des Eies, welcher mit den übrigen Zellen desselben organisch verbunden ist und sich unter vitaler Mitwirkung derselben organisirt. Seine Auffassung bekräftigt der Autor damit, dass die Schale einen völlig bestimmten histologischen Bau aufweist, und dass die Dicke und andere charakteristische Eigenthümlichkeiten der Schale für jede einzelne Vogelgattung genau bestimmt werden können.

Da eben diese Frage noch so streitig dasteht, hat die unten folgende Beobachtung ein um so grösseres Interesse. Bei einer eilegenden Henne wurde in der Mitte des vorigen August-Monats, sofort nachdem sie ein Ei gelegt, die Bauchhöhle geöffnet und der Oviduct aufgesucht. Durch einen kleinen Einschnitt in den oberen Theil desselben wurde in seine Höhlung ein Bernsteinkügelchen, das einem Rosenkranz entnommen war, von oben nach unten eingeführt. Das Kügelchen hatte eine ovale Form, war 2 ccm. lang, $1^1/_2$ ccm. breit und enthielt in der Richtung seiner Längsaxe einen Canal. Nach Einführung des Kügelchens wurde der Oviduct sofort oben (über der Schnittfläche) und unten an der Grenze mit dem Eierreceptaculum unterbunden. Die Bauchwunde wurde zugenäht und das Huhn bis zum folgenden Tage am Leben gelassen. Ungefähr nach 24 Stunden crepirte dasselbe; es wurde zur Eröffnung des Oviductes geschritten und zu unserer Verwunderung fanden wir in dessen unterem Theil ein „völlig formirtes Ei von normaler Form und Grösse, umgeben von einer starken

1) Journal für Ornithologie 1882. Heft III.

Schalenmembran, aber in welchem die Stelle des Dotters das Bernsteinkügelchen einnahm!" Die Oeffnung der Schalenmembran und die Eiweissuntersuchung ergaben, dass in demselben die Chalazae vollkommen normal entwickelt waren und dass die Eiweissschichten, die je nach Annäherung zum Bernsteinkügelchen immer compacter wurden, ganz wie die Eiweissschichten, welche überhaupt den normalen Dotter umgeben, waren. Das Fehlen einer festen Kalkschale bei dem von uns künstlich erhaltenen Ei ist sehr erklärlich, wenn wir uns erinnern, dass der Oviduct oberhalb des Eireceptaculums unterbunden war, d. h. gerade und eben über der Stelle, an welcher bei normalen Verhältnissen sich die feste Schale ablagert. Das Eiweiss unseres künstlichen Eies erschien beim Gerinnen unter Hitzeeinwirkung weiss, aber war anscheinend lockerer, als das Eiweiss des normalen Eies und wurde von künstlichem Magensafte leichter verdaut. So haben wir, so weit uns bekannt, das erste Beispiel einer künstlichen Hervorbringung eines ganzen Eies, in welchem die Rolle des Eidotters ganz und gar von einem Fremdkörper, wie das Bernsteinkügelchen, ausgeführt war. Diese Thatsache spricht an und für sich sehr für die mechanische Eiformationstheorie, und stimmt gar nicht für die Ansicht von Natusius über die Schalenbildung überein.

Dieses überraschende Resultat zu erzielen, ist mir jedoch nur einmal gelungen und alle nachfolgenden Versuche, mehr als zehn an der Zahl (in welchen ich an anderen eierlegenden Hühnern dieselbe Manipulation, welche mir ein Ei mit einem Bernsteinkügelchen statt des Dotters gebracht hatten, zu wiederholen trachtete und dasselbe Resultat zu erzielen wünschte mittelst Einführung von Kügelchen durch Oviductfisteln), blieben ohne Erfolg. Da die Mehrzahl dieser wiederholten Versuche in der zweiten Hälfte des Septembers ausgeführt wurde, der erwähnte glückliche Versuch aber in der Mitte des August, so bin ich geneigt, das Nichtgelingen der nachfolgenden Versuche theilweise der verhältnissmässig späten Jahreszeit, in welcher die Produktionsfähigkeit der Hühner sich merklich abschwächt, zuzuschreiben. Um auf experimentellem Wege ein künstliches Ei zu erhalten, in welchem der Dotter durch irgend einen Fremdkörper ersetzt wäre, ist meiner Meinung nach eine hochgradige Empfänglichkeit der Oviductwandungen für mechanische Reize bei einem völlig entwickelten und thätigen Drüsen-

apparat der Oviducte nothwendig. Aus diesem Grunde gebe ich die Hoffnung nicht auf, mit der Wiederkehr des thätigen Geschlechtslebens der Hühner im nächsten Frühling oder Sommer einige andere Exemplare solch' künstlicher Eier zu erhalten.

Zum Schluss einige Worte über Oologie. Dieser Theil der Ornithologie wendet, wie bekannt, vorzugsweise seine Aufmerksamkeit auf die äusseren Merkmale der Eier, auf die Form, Grösse, die Farbe der Schale u. s. w. Dass die Untersuchung der äusseren Kennzeichen der Eier einen gewissen Werth für die Ornithologie haben kann, dafür zeugt z. B. der geistreiche Versuch Des Murs, auf diesem Princip ein neues Classificationssystem der Vögel zu bauen. Indem ich mir nicht erlaube, mich in eine kritische Beleuchtung des Werthes der Oologie für die Classification einzulassen, glaube ich doch, dass die Bedeutung ersterer in dieser Hinsicht sehr viel grösser sein würde, wenn sie sich neben dem Studium der äusseren Kennzeichen der Eier zu einer gründlichen Erforschung auch des Inhalts derselben wenden würde. Dass eine solche Arbeit fruchtbringend zu sein verspricht, dafür ist diese Untersuchung theilweise ein lebendiges Zeugniss, in welcher es gelungen ist, mittelst physikalisch-chemischer Untersuchungen des Eiweisses, des Dotters und des gegenseitigen Verhältnisses zwischen ihnen zu einigen, doch nicht uninteressanten allgemeinen Gesetzen, die zwei wichtige Vogelabtheilungen betreffen, — die Nestflüchter und Nesthocker, — zu gelangen; und konnte es auch anders sein, wenn wir daran denken, dass in dem Eiinhalte, in den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Eibestandtheile, alle Keime der künftigen Entwickelung des Individuums mit allen, die Gattungen und Arten charakterisirenden Eigenthümlichkeiten liegen. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass die gleichzeitig auf morphologischen Kennzeichen der Eier und auf der physikalisch-chemischen Untersuchung ihres Inhaltes basirenden Verallgemeinerungen genauer und gründlicher sein werden und zum Ausgangspunkte einer rationelleren Vogel-Classification dienen können, als die mittelst Untersuchung nur der äusseren und meistens mehr zufälligen Kennzeichen gesammelten Thatsachen.

Um auf diese neue Bahn zu gelangen, muss die Oologie von der Lösung nur morphologischer Aufgaben, von der Beschreibung und Classificirung nur äusserer Kennzeichen des Eies abstehen. Diese Arbeit, welche bis heute eine reiche Fülle für die Ornitho-

logie sehr werthvoller Facta geliefert hat, muss jetzt zur Belebung und Entwickelung der Oologie ihren Platz einer anderen Arbeitsrichtung und zwar einer möglichst vielseitigen physikalisch-chemischen Analyse des Eiinhaltes, d. h. des Eiweisses, des Dotters und des gegenseitigen Verhältnisses zwischen ihnen u. s. w., abtreten, d. h. gerade eine Richtung einschlagen, welche die moderne Oologie bis heute fast vollkommen vernachlässigt hat. Uns scheint es, dass nur bei einer solchen Richtung der Untersuchungen die Oologie sich zu der Stufe eines höchst interessanten Wissenszweiges emporschwingen kann.

Zum Schluss halte ich es für meine Pflicht, meine tiefste Erkenntlichkeit dem Herrn Prof. M. Bogdanoff für einige sehr werthvolle Hinweise, ornithologische Fragen betreffend, und dem Herrn Academiker A. Strauch für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er mir die grosse zoologische Abtheilung der Bibliothek der Academie der Wissenschaften zur Verfügung gestellt hat, auszudrücken.

Zur Function der Schilddrüse.

Eine experimentell-physiologische Studie

von

Dr. **Johann Meuli,**

Kur- und Kreisarzt von Klosters-Serneus (Graubünden).

Einleitende Bemerkungen.

Bei Abfassung dieser Arbeit war mir wohl bewusst, auf welch' schwierigem, schon so oft und doch nie erfolgreich behandeltem Gebiete ich mich bewege und nur im Vertrauen auf die mit Zahlen nachweisbaren Resultate meiner Versuche wagte ich es, ein bis jetzt als fast für unlösbar gehaltenes Thema wieder zur Besprechung zu bringen.

Die Anschauung, die ich hier in diesen Zeilen niederlege, geht nicht von mir aus, sondern wurde schon von Liebermeister 1864 ausgesprochen. Meine Experimente sollen nur Beweise für die Richtigkeit derselben geben und dadurch dessen Hypothese zur Thatsache erheben.

Diese seine Ansicht: „Ich stehe daher nicht an, die Regulirung der Blutzufuhr zum Gehirn als die wesentliche Function der Schilddrüse hinzustellen", auf welche ich beim Durchstöbern der Literatur für eine zweite, demnächst zu erscheinende Arbeit über den Schlaf stiess, bewog mich, etwas näher auf die schon früher von mir gemachte Beobachtung, dass beim Liegen mit tiefliegendem Kopfe, der Hals in einer bereits für's Gefühl bemerkbaren Weise anschwelle, des Näheren einzugehen und Messungen der Halsumfänge bei veränderter Körperhaltung vorzunehmen. Dies die Veranlassung vorstehender Arbeit. Dass ich dabei noch eine kurze Zusammenstellung der verschiedenen mir bekannt gewordenen Ansichten über die Function der Thyreoidea gebe, braucht wohl keiner Entschuldigung, als sie sich unwillkürlich bei Benutzung der Literatur von selbst ergab und sich meines Wissens noch keine solche vorfindet.

Literaturangabe.

1. Schmid's Jahrbücher vom Jahre:

a) 1838, B. 20. S. 8: Ueber die Funktion der Schilddrüse und über den Materienwechsel im Organismus, von J. v. Vest, Protomed. von Steyermark.

b) 1839, B. 24. S. 260: Ueber die Structur und Function der Schilddrüse von T. W. King mit Bemerkungen von A. Cooper.

c) 1845, B. 46. S. 275: Einige Aufschlüsse über die Thymus- und Schilddrüse von J. Jackson. Med. Times 252. 1844.

d) 1846, B. 51. S. 106: Der Kropf. Chirurgische Monographie von Fiedrich Wilhelm Heidenreich. Ansbach 1845.

e) 1848, B. 57. S. 330: Grützner in Breslau: Ueber die Entzündung der Schilddrüse und deren wichtige Beziehung zum Athmungsorgan. (Pr. Ver. Zeitg. Nr. 33 u. 34, 1847.)

f) 1852, B. 75. S. 292: Blizard Curling (Med. Chir. Transact. Vol. 33): Zwei Fälle von Mangel der Schilddrüse und symmetrischen

Fettgeschwülsten zu beiden Seiten des Halses, verbunden mit mangelhafter Gehirnentwicklung.
g) 1853, B. 80. S. 183: O. Kohlrausch in Hannover. (M.'s Archiv 1853): Zur Kenntniss der Schilddrüse.
h) 1855, B. 88, S. 213: J. A. Bach: (Mem. de l'Academie Tom. XIX. S. 338): „Ueber die verschiedenen Formen des Kropfes, ihre Verhütung und Behandlung."
i) 1858, B. 99, S. 161: Dom. Forneris (Gazz. Sarda 12—14. 1858): „Ueber die Function der Schilddrüse."
k) 1868, B. 140. S. 150: Felix Guyon, Chirurg am Hospital Necker. (Arch. de Physiologie I. 1. p. 56. 1868): „Hemmung des Blutstromes in der Carotis während länger dauernder forcirter Athemanhaltung."
l) 1875, B. 168. S. 34: Lawson Tait, „Vergrösserung der Thyreoidea während der Schwangerschaft." (Edinb. med. Journ. XX. S. 933. Nr. 239.)

2. Liebermeister, C. C.: Prager Vierteljahrsschrift 1864. III. S. 31: „Ueber eine besondere Ursache der Ohnmacht und über die Regulirung der Blutvertheilung nach der Körperstellung."

3. Luschka, G.: Die Anatomie des Menschen. 1872. I. B. 1. Abtheil.: Der Hals. S. 298.

4. Landois, L.: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II. Aufl. 1881.

5. Valentin, G.: Grundriss der Physiologie des Menschen. IV. Aufl. 1855, S. 324.

6. Hyrtl: Lehrbuch der Anatomie 13. Aufl. 1875. S. 668.
Hyrtl: Lehrbuch der topographischen Anatomie. 7. Aufl. 1882. S. 481.

7. Aeby, Chr.: Der Bau des menschlichen Körpers 1871. S. 703, 705 u. ff.

8. v. Ziemssen's Handbuch. Lief. 51 u. 52: Schüle, „Geisteskrankheiten." S. 179.
v. Ziemssen's Handbuch. Lief. 39: Eulenburg, „Vasomotorisch-trophische Neurosen". S. 76.

9. Virchow's Archiv. B. XII. S. 496.: P. Martyn, „Ueber die Function der Schilddrüse". (Proc. Roy. Soc. 57. Vol. VIII. Nr. 24. S. 315).

10. Du-Bois-Reymond's Archiv. 1879. S. 312: „Ueber accessorische Schilddrüsenläppchen in der Zungenbeingegend (glandulae praehyoides et suprahyoides)" von Dr. H. Kadyi in Krakau.

11. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte. 1882. Nr. 13. S. 417: „Zur Statistik der Kropfexstirpationen seit 1877" von Dr. F. Borel. Neuchâtel.

12. Deutsche Chirurgie. Lief. 34: G. Fischer, Krankheiten des Halses. S. 11.

13. Lücke, A.: Die Krankheiten der Schilddrüse. 1875.

14. Merkel, C. L.: Anatomie und Physiol. d. menschl. Stimm- und Sprachorgans.

15. Marthe, Dr. F., Neuchâtel: „Quelques Recherches sur le Développement du Goitre." Inaug.-Diss. Berne 1873.

16. Klebs E.: Studien über die Verbreitung des Cretinismus in Oesterreich sowie über die Ursache der Kropfbildung. Prag 1877.

17. Parchappe, Max: Études sur le goître et le Cretinisme. Paris 1874.

18. Bircher, Heinr.: Der endemische Kropf und seine Beziehungen zur Taubstummheit und zum Cretinismus. 1883. Basel.

19. Wölfler, A.: Ueber die Entwickelung und den Bau der Schilddrüse mit Rücksicht auf die Entwickelung der Kröpfe.

20. Gegenbaur, C.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig. 1883.

21. Correspondenzblatt für Schweizerärzte 1883, Nr. 19, S. 485.

Experimentenreihe.

Die nachfolgenden Versuche habe ich — wenn nichts weiteres bemerkt — an mir selbst vorgenommen und zwar in der Weise, dass ich anfänglich mit einem leinenen, später aber mit einem metallenen Centimetermessbande möglichst genaue Messungen des Halsumfanges an vier Stellen vornahm, nämlich:

I. in einer Horizontalen der regio thyreoidea sive jugularis über die vertebra prominens;

II. dicht unterhalb der regio laryngea, resp. des Schildknorpels;

III. mitten über die grösste Prominenz des pomum Adami, der regio laryngea;

IV. in der Höhe des Zungenbeines, resp. der regio subhyoidea nach Hyrtl.

Endlich wurde auch der grösste Kopfumfang über die tubera frontalia und die protuberantia occipitalis externa (V.) gemessen und zwar wie die Halsumfänge vor, während und nach vorgenommener Lageveränderung des ganzen Körpers, d. h. stehend, horizontal und mit tiefliegendem Kopfe (Inversion).

Die Tieflagerung des Oberkörpers wurde dadurch erreicht, dass das Fussende des Bettes durch Unterlagen erhöht wurde, oder aber dass ich mich in eine stark schief aufgehängte Hänge-

matte legte, so dass der Kopf meist den tiefst gelegenen Theil des Körpers bildete.

Für möglichste Exactheit der Messungen glaube ich bürgen zu können, obwohl dieselben mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden waren, da nicht immer das Messband ganz gleich stark angezogen werden mochte und der Umfang der I. und IV. Halsgegend, theils wegen der Ungenauigkeit ihrer Begrenzung wie bei I. besonders, theils weil das Band leicht vom 7. Halswirbel-Dornfortsatz abglitt, wohl nicht stets genau an ein und derselben Stelle gemessen wurde.

Grobe Fehler versuchte ich dadurch möglichst zu umgehen, dass ich, wo es anging, statt einer, rasch mehrere Messungen vornahm und daraus das Mittel zog. Durchschnittsdifferenzen vieler Zahlen können aber gewiss auch hier über einzelne noch stehen gebliebene kleine Ungenauigkeiten hinweghelfen.

Die Zeitdauer der Messungen wurde in Minuten (′) angegeben, so dass man daraus ersehen kann, wie viel Zeit zwischen der ersten und letzten Messung vergangen ist. Dass dies von Belang zu wissen, geht aus S. 385 C. hervor, wo durch Umkehrung der Reihenfolge der Messungen auch die Ergebnisse derselben andere geworden sind.

Die Controll-Versuche wurden in der Weise gemacht, dass auf einem allseitig zwischen zwei senkrecht stehenden Pfosten beweglichen Brette die um Brust, Hüften und Füssen daran festgebundene Versuchsperson durch Drehungen desselben um seine, durch Oeffnungen der Pfosten laufende Achse bald aufrecht, bald horizontal und endlich lothrecht nach abwärts mit dem Kopfe zu stehen kam. In diesen verschiedenen, ohne Action der Versuchsperson erzielten Körperstellungen wurden die diesbezüglichen Messungen aufgenommen.

Zur Erhärtung dieser meiner erzielten Resultate fehlt mir aber leider noch das Thierexperiment, welches in Ermangelung der nöthigen Hülfsmittel unterblieb. Ich muss es eben Andern überlassen, mit demselben, sei es durch Bloslegung und zeitweiliger Compression der Thyreoidalgefässe unter Controllirung der entweder durch eine Oeffnung in der Schädelkapsel oder an noch offenen Fontanellen fühl- und sichtbaren Hirnbewegungen[1], sei

1) Prof. Du-Bois-Reymond's briefliche Mittheilung.

es durch Injectionen an Leichen zur Feststellung des: „Wie des möglichen Druckes auf die Carotis“ [1]), oder aber auf irgend eine andere Weise diese Ergebnisse zu bestätigen oder abzuändern.

Um ferneren Zweifeln zu begegnen, dass die Verhältnisse bei mir vielleicht nicht normal seien (S. 382) [1]), ersuchte ich meine Freunde und Collegen Dr. A. Hössli in Malans und Dr. A. Flury in Schiers mich zu untersuchen und sie bestätigen hiermit, wie auch meine Wenigkeit, dass alle hier in Betracht kommenden Verhältnisse — soweit eben nachweisbar — bei mir normale sind.

Damit die Arbeit nicht gar zu voluminös werde, habe ich nur einzelne Beispiele und die Mittelwerthe aller mir zu Gebote stehenden Messungen angeführt, annehmend, dass mit diesen allein der Zahlen genug geboten seien.

A. Lageveränderung des Körpers mit Hülfe einer Hängematte, deren höchster (Fuss-) 194 cm, deren tiefster (Kopf-) Aufhängepunkt 47,2 cm, ihre Differenz also 146,8 cm, die Entfernung beider 444 cm betrug.

Nr. 1.

Wien 17./18. VIII. 81.

Peripheriae colli:	I. regio thyreoid.;	II. reg. sublaryng.;	III. reg. laryng.;	IV. reg. subhyoid.;	V. capitis.	
Messung stehend:	37,6 cm;	35,6 cm;	35,8 cm;	36,4 cm;	— cm;	(a)
Messung nach 1'—5' liegen:	38,6 „ ;	36,2 „ ;	37,0 „ ;	36,9 „ ;	57,3 „ ;	(b)
Messung nach 5'—10' liegen:	39,4 „ ;	36,3 „ ;	38,0 „ ;	37,3 „ ;	57,3 „ ;	(c)
Messung nach 20'—30' liegen:	39,8 „ ;	36,3 „ ;	37,0 „ ;	37,8 „ ;	57,5 „ ;	(d)
Messung nach 1'—2' stehen:	38,0 „ ;	36,0 „ ;	36,3 „ ;	36,2 „ ;	57,0 „ ;	(e)
Messung nach 35'—40' stehen:	37,5 „ ;	36,1 „ ;	36,6 „ ;	36,8 „ ;	57,3 „ ;	(f)
Zunahme nach 1'—5' liegen:	1,0 „ ;	0,6 „ ;	1,2 „ ;	0,5 „ ;	— „ ;	(b—a
Zunahme nach 5'—10' liegen:	1,8 „ ;	0,7 „ ;	2,2 „ ;	0,9 „ ;	— „ ;	(c—a)

1) Prof. Kochers schriftliche Mittheilung.

	I.	II.	III.	IV.	V.	
Zunahme nach 20'—30' liegen:	2,2 cm;	0,7 cm;	1,2 cm;	1,4 cm;	— cm;	(d—a)
Abnahme nach 1'—2' stehen:	1,8 „ ;	0,3 „ ;	0,7 „ ;	1,6 „ ;	0,5 „ ;	(d—e)
Abnahme nach 35'—40' stehen:	2,3 „ ;	0,2 „ ;	0,4 „ ;	1,0 „ ;	0,2 „ ;	(d—f)

Nr. 2.

18./19. VIII.

	I.	II.	III.	IV.	V.	
Abends stehend gemessen:	38,0 cm;	35,4 cm;	35,9 cm;	35,5 cm;	57,5 cm;	(a)
Abends nach 2'—10' liegend:	40,0 „ ;	37,5 „ ;	37,0 „ ;	37,6 „ ;	57,5 „ ;	(b)
Abends nach 18'—30' liegend:	41,5 „ ;	38,0 „ ;	38,0 „ ;	38,7 „ ;	57,5 „ ;	(c)
Morgens liegend in der Matte:	41,8 „ ;	38,2 „ ;	37,3 „ ;	37,9 „ ;	57,5 „ ;	(d)
Morgens nach 1'— 7' stehen:	39,3 „ ;	36,5 „ ;	37,0 „ ;	36,8 „ ;	57,2 „ ;	(e)
Morgens nach 17'—28' stehen:	38,8 „ ;	36,2 „ ;	36,5 „ ;	37,0 „ ;	57,0 „ ;	(f)
Morgens nach 40'—45' stehen:	38,3 „ ;	36,4 „ ;	36,5 „ ;	36,7 „ ;	57,1 „ ;	(g)
Zunahme nach 2'—10' liegen:	2,0 „ ;	2,1 „ ;	1,1 „ ;	2,1 „ ;	— „ ;	(b—a)
Zunahme nach 18'—30' liegen:	3,5 „ ;	2,6 „ ;	2,1 „ ;	3,2 „ ;	— „ ;	(c—a)
Zunahme während der Nacht:	3,8 „ ;	2,8 „ ;	1,4 „ ;	2,4 „ ;	— „ ;	(d—a)
Abnahme nach 1'—7' stehen:	2,5 „ ;	1,7 „ ;	0,3 „ ;	1,1 „ ;	0,3 „ ;	(d—e)
Abnahme nach 40'—45' stehen:	3,5 „ ;	1,8 „ ;	0,8 „ ;	1,2 „ ;	0,4 „ ;	(d—g)

B. Kleines Kopfkissen unter dem Kopfe; ein 19 cm hohes Matratzenkissen unter den Füssen.

Nr. 1.

Speicher, 13./14. IX.

	I.	II.	III.	IV.	V.	
Stehend gemessen:	40,5 cm;	35,6 cm;	36,0 cm;	35,9 cm;	56,4 cm;	(a)
Liegend 5'—12':	42,0 „ ;	37,3 „ ;	37,4 „ ;	37,0 „ ;	56,9 „ ;	(b)
„ Morgens:	42,1 „ ;	37,0 „ ;	37,7 „ ;	37,4 „ ;	56,9 „ ;	(c)

	I.	II.	III.	IV.	V.	
Stehend 2'—7':	41,3 „ ;	36,0 „ ;	36,1 „ ;	35,9 „ ;	56,4 „ ;	(d)
Zunahme nach 5'—12' liegen:	1,5 „ ;	1,7 „ ;	1,4 „ ;	1,1 „ ;	0,5 „ ;	(b—a)
Zunahme während der Nacht:	1,6 „ ;	1,4 „ ;	1,7 „ ;	1,5 „ ;	0,5 „ ;	(c—a)
Abnahme nach 2'—7' stehen:	0,8 „ ;	1,0 „ ;	1,6 „ ;	1,5 „ ;	0,5 „ ;	(c—d)

C. Erhöhung des Bettstattendes um 20 cm; Matratzenkissen unter den Füssen 18 cm hoch, Erhöhung des Fussendes des Bettes im Ganzen um 38 cm. Umgekehrte Reihenfolge der Messungen.

Nr. 1.

Bern. 6./7. XI.

	V.	IV.	III.	II.	I.	
Stehend Abends:	56,5 cm;	35,1 cm;	35,0 cm;	35,3 cm;	41,5 cm;	(a)
Liegend 1'—6':	56,6 „ ;	36,4 „ ;	36,3 „ ;	36,6 „ ;	43,4 „ ;	(b)
Liegend Morgens:	56,8 „ ;	36,7 „ ;	36,6 „ ;	37,0 „ ;	44,4 „ ;	(c)
Stehend 5'—10':	56,7 „ ;	35,2 „ ;	35,5 „ ;	35,5 „ ;	42,0 „ ;	(d)
Zunahme nach 1'—6' liegen:	0,1 „ ;	1,3 „ ;	1,3 „ ;	1,3 „ ;	1,9 „ ;	(b—a)
Zunahme während der Nacht:	0,3 „ ;	1,6 „ ;	1,6 „ ;	1,7 „ ;	2,9 „ ;	(c—a)
Abnahme nach 5'—10' stehen:	0,1 „ ;	1,5 „ ;	1,1 „ ;	1,5 „ ;	2,4 „ ;	(c—d)

D. Messungen stehend und sitzend, vor und nach dem Essen.

Klosters 82.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Stehend vor dem Nachtessen:	38,9 cm;	35,1 cm;	34,9 cm;	34,8 cm;	56,6 cm;
Sitzend 3/4 St. nach dem Nachtessen:	40,4 „	35,2 „ ;	34,9 „ ;	35,2 „ ;	56,7 „ ;
Sitzend 5/4 St. nach dem Nachtessen:	39,8 „ ;	34,5 „ ;	34,4 „ ;	34,7 „ ;	56,9 „ ;
Sitzend 3 St. nach dem Nachtessen:	40,1 „ ;	35,5 „ ;	35,0 „ ;	34,9 „ ;	56,9 „ ;
Sitzend 3 1/2 St. nach dem Nachtessen:	40,8 „ ;	35,4 „ ;	35,4 „ ;	35,3 „ ;	56,9 „ ;
Stehend 1'—3':	39,5 „ ;	35,3 „ ;	35,0 „ ;	35,3 „ ;	56,8 „ ;
Stehend 3'—6':	38,9 „ ;	34,9 „ ;	34,7 „ ;	35,0 „ ;	56,5 „ ;

E. Zusammenstellung der Zunahmen der Halsumfänge nach der Zeit geordnet.

I. Zunahme während der Nacht.

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. Aus 6 Nrs. im Mittel:	2,1 cm;	2,29 cm;	2,083 cm;	2.23 cm;	0,83 cm.
B. Aus 14 Nrs. im Mittel:	2,3 „ ;	1,2 „ ;	1,3 „ ;	1,4 „ ;	0,3 „ .
Aus beiden Nrs. im Mittel:	2,2 „ ;	1,75 „ ;	1,69 „ ;	1,82 „ ;	0,57 „ .
	V.	IV.	III.	II.	I.
C. Aus 9 Nrs. im Mittel:	0,36 cm;	1,46 cm;	1,54 cm;	1,56 cm;	3,51 cm.

II. Zunahme nach 1—5 Min. liegen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. B. Aus 4 Nrs. im Mittel:	2,0 cm;	0,8 cm;	0,9 cm;	0,97 cm;	0,1 cm.

III. Nach 1—7 Min. liegen.

Aus 5 Nrs. im Mittel:	1,5 cm;	0,96 cm;	1,07 cm;	1,07 cm;	0,14 cm.
	V.	IV.	III.	II.	I.
C. Aus 5 Nrs. im Mittel:	0,06 cm;	1,0 cm;	0,72 cm;	1,06 cm;	1,98 cm.

IV. Zunahme nach 1—10 Min. liegen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. B. Aus 6 Nrs. im Mittel:	2,2 cm;	1,28 cm;	1,3 cm;	1,26 cm;	0,16 cm.
	V.	IV.	III.	II.	I.
C. Aus 2 Nrs. im Mittel:	0,05 cm;	0,7 cm;	0,75 cm;	1,2 cm;	2,45 cm.

V. Zunahme der Halsumfänge nach 15 Min. liegen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
B. Aus 3 Nrs. im Mittel:	1,56 cm;	1,23 cm;	1,4 cm;	1,7 cm;	0,23 cm.

VI. Zunahme nach 20 Min. liegen.

A. Aus 2 Nrs. im Mittel:	2,25 cm;	2,1 cm;	1,9 cm;	2,0 cm;	1,0 cm.

VII. Zunahme nach 30 Min: liegen.

A. Aus 4 Nrs. im Mittel:	2,3 cm;	1,97 cm:	1,9 cm;	1,8 cm;	0,25 cm.

VIII. Nach 35 Min. liegen.

A. Aus 2 Nrs. im Mittel:	2,3 cm;	2,15 cm;	2,95 cm;	2,65 cm;	0,6 cm.

IX. Nach 40 Min. liegen.

A. Aus Nr. 7 im Mittel:	2,5 cm;	2,2 cm;	2,4 cm;	2,3 cm;	0,8 cm.

X. Nach 45—50 Min. liegen.

A. Aus 2 Nrs. im Mittel:	2,25 cm;	2,1 cm;	2,35 cm;	2,15 cm;	1,15 cm.

F. Zusammenstellung der Abnahmen der Halsumfänge durch Stehen.

I. Abnahme nach 1—5 Min. stehen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. B Aus 8 Nrs. im Mittel:	1,85 cm;	0.95 cm;	1,13 cm;	1,08 cm;	0,21 cm;
	V.	IV.	III.	II.	I.
C. Aus 2 Nrs. im Mittel:	0,2 cm;	0,85 cm;	0,9 cm;	0,9 cm;	2,2 cm.

II. Abnahme nach 1—7 Min.

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. B. Aus 3 Nrs. im Mittel:	1,5 cm;	1,3 cm;	1,0 cm;	1,23 cm;	0,3 cm.

III. Nach 30 Min. stehen.

A. Aus 2 Nrs. im Mittel:	1,3 cm;	1,2 cm;	0,75 cm;	0,7 cm;	0,25 cm;
	V.	IV.	III.	II.	I.
C. Aus 2 Nrs. im Mittel:	0,15 cm;	1,15 cm;	1,2 cm;	1,2 cm;	3,05 cm.

IV. Abnahme nach 40—45 Min. stehen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
A. Aus 3 Nrs. im Mittel:	2,46 cm;	1,1 cm;	0,93 cm;	1,2 cm;	0,33 cm.

G. Zusammenstellung der abendlichen Messungen im Stehen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Im August.					
A. Aus 7 Nrs. im Mittel:	40,25 cm;	35,51 cm;	35,62 cm;	36,0 cm;	56,61 cm.
2. Im September.					
B. Aus 5 Nrs. im Mittel:	40,56 cm;	35,52 cm;	35,52 cm;	35,48 cm;	56,42 cm.
3. Im October.					
B. Aus 9 Nrs. im Mittel:	40,21 cm;	35,1 cm;	35,03 cm;	34,97 cm;	56,6 cm.
4. Im März 1882.					
E. D. Aus 5 Nrs. im Mittel:	39,96 cm;	35,0 cm;	34,86 cm;	34,98 cm;	56,7 cm.

So überraschend vielleicht diese Ergebnisse an und für sich auch scheinen mögen, so leicht waren sie zum Theil vorauszusetzen, in Erwägung, dass wenn durch Elevation [1]) diese auffallenden Ver-

---

1) Meinen Aufsatz: „Die Veränderungen von Puls und Temperatur bei elevirten Gliedern" in der deutschen Zeitschrift für Chirurgie, 17. Bd. 5. u. 6. H.

änderungen von Puls, Temperatur und Volumen an Extremitäten hervorgebracht werden, auch durch das Entgegengesetzte derselben, die Inversion, sich Resultate erzielen lassen müssten. Dass dadurch auch eine Temperaturzunahme eintritt, konnte ich jedesmal constatiren und es ist wahrscheinlich, dass ebenso der Puls, z. B. einer Temporalarterie Veränderungen zeigen dürfte, nur lassen sie sich eben wegen der Schwierigkeit der Application passender Instrumente nicht gut nachweisen.

H. Controll-Versuche.

Klosters 1883.

1. Versuchsperson: **A. F. 9jähriger schwächlicher Knabe mit taubeneigrosser Struma cystica.**

	IV.	III.	II.	I.	
Aufrecht:	26,4 cm;	25,3 cm;	25,7 cm;	27,4 cm;	(a)
Horizontal 2'—5':	25,8 „ ;	26,0 „ ;	25,4 „ ;	28,0 „ ;	(b)
Neigung d. Kopfendes des Apparates um 45° während 3'—5':	27,0 „ ;	26,9 „ ;	27,8 „ ;	28,5 „ ;	(c)
Inversion, Kopf senkrecht nach abwärts 1'—3':	27,0 „ ;	26,0 „ ;	28,5 „ ;	28,5 „ ;	(d)
Aufrecht 3'—5':	25,5 „ ;	24,5 „ ;	25,6 „ ;	27,0 „ ;	(e)
Inversion 1'—3':	27,5 „ ;	28,0 „ ;	28,0 „ ;	28,5 „ ;	(f)
Horizontal 2'—5':	26,0 „ ;	25,6 „ ;	26,4 „ ;	26,5 „ ;	(g)
Inversion 1'—3':	27,5 „ ;	27,5 „ ;	28,0 „ ;	28,0 „ ;	(h)
Aufrecht 3'—5':	26,0 „ ;	25,3 „ ;	26,3 „ ;	27,6 „ ;	(i)

	IV.	III.	II.	I.	
Zunahme n. 2'—5' horiz.:	— 0,6 cm;	0,7 cm;	— 0,3 cm;	0,6 cm;	(b—a)
Zunahme n. 3'—5' Neigung um 45°:	0,6 „ ;	1,6 „ ;	2,1 „ ;	1,1 „ ;	(c—a)
Zunahme nach 1'—3' Inversion:	0,6 „ ;	0,7 „ ;	2,8 „ ;	1,1 „ ;	(d—a)
Zunahme nach 1'—3' Inversion:	2,0 „ ;	3,5 „ ;	2,4 „ ;	1,5 „ ;	(f—e)
Zunahme nach 1'—3' Inversion:	1,5 „ ;	1,9 „ ;	1,6 „ ;	1,5 „ ;	(h—g)
Abnahme n. 3'—5' stehen:	1,5 „ ;	1,5 „ ;	2,9 „ ;	1,5 „ ;	(d—e)
Abnahme n. 2'—5' horiz.:	1,5 „ ;	2,4 „ ;	1,6 „ ;	2,0 „ ;	(f—g)
Abnahme n. 3'—5' stehen:	1,5 „ ;	2,2 „ ;	1,7 „ ;	0,4 „ ;	(h—i).

Nr. 2.

	IV.	III.	II.	I.	
Aufrecht:	25,0 cm;	24,8 cm;	25,5 cm;	27,7 cm;	(a)
Horizontal 5′:	26,0 „ ;	25,0 „ ;	26,0 „ ;	27,4 „ ;	(b)
Inversion 1′—3′:	27,5 „ ;	27,4 „ ;	28,3 „ ;	28,7 „ ;	(c)
Aufrecht 1′—3′:	26,4 „ ;	24,8 „ ;	25,7 „ ;	26,8 „ ;	(d)
Inversion 3′—5′:	27,3 „ ;	27,5 „ ;	28,0 „ ;	29,6 „ ;	(e)
Horizontal 1′—4′:	25,7 „ ;	25,9 „ ;	27,0 „ ;	28,0 „ ;	(f)
Aufrecht 1′—3′:	25,2 „ ;	24,6 „ ;	26,2 „ ;	27,4 „ ;	(g)
Inversion 4′—6′:	27,5 „ ;	27,7 „ ;	28,5 „ ;	30,2 „ ;	(h)
Aufrecht 2′—5′:	25.5 „ ;	25,0 „ ;	26,0 „ ;	27,2 „ ;	(i)
Inversion 5′—8′:	26,5 „ ;	27,5 „ ;	28,2 „ ;	30,0 „ ;	(k)
Aufrecht 1′—3′:	25,0 „ ;	25,8 „ ;	26,5 „ ;	27,7 „ ;	(l)
Zunahme nach 5′ horizontal:	1,0 „ ;	0,2 „ ;	0,5 „ ;	—0,3 „ ;	(b—a)
Zunahme n. 1′—3′ Inversion:	2,5 „ ;	2,6 „ ;	2,8 „ ;	1,0 „ ;	(c—a)
Zunahme n. 3′—5′ Inversion:	0,9 „ ;	2,7 „ ;	2,3 „ ;	2,8 „ ;	(e—d)
Zunahme n. 4′—6′ Inversion:	2,3 „ ;	3,1 „ ;	2,3 „ ;	2,8 „ ;	(h—g)
Zunahme n. 5′—8′ Inversion:	1,0 „ ;	2,5 „ ;	2,2 „ ;	2,8 „ ;	(k—i)
Abnahme n. 1′—3′ stehen:	1,1 „ ;	2,6 „ ;	2,6 „ ;	1,9 „ ;	(c—d)
Abnahme n. 1′—4′ horizontal:	1,6 „ ;	1,6 „ ;	1,0 „ ;	1,6 „ ;	(e—f)
Abnahme n. 1′—3′ stehen:	2,1 „ ;	2,9 „ ;	1,8 „ ;	2,2 „ ;	(e—g)
Abnahme n. 2′—5′ stehen:	2,0 „ ;	2,7 „ ;	2,5 „ ;	3,0 „ ;	(h—i)
Abnahme n. 1′—3′ stehen:	1,5 „ ;	2,2 „ ;	1,7 „ ;	2,3 „ ;	(k—l).

2. Versuchsperson: H. R. D. 21jähriger kräftiger Turner mit normalen Verhältnissen.

	I.	II.	III.	IV.	
Aufrecht:	38,2 cm;	34,2 cm;	34,0 cm;	34,8 cm;	(a)
Horizontal 2′—5′:	39,0 „ ;	36,2 „ ;	35,5 „ ;	35,0 „ ;	(b)
Inversion 2′—5′:	40,0 „ ;	39,0 „ ;	37,5 „ ;	37,2 „ ;	(c)
Horizontal 2′—5′:	39,0 „ ;	36,3 „ ;	35,9 „ ;	36,5 „ ;	(d)
Aufrecht 1′—5′:	38,0 „ ;	35,3 „ ;	34,4 „ ;	34,5 „ ;	(e)
Inversion 1′—5′:	39,2 „ ;	38,7 „ ;	38,2 „ ;	37,9 „ ;	(f)
Aufrecht 1′—5′:	36,7 „ ;	34,9 „ ;	34,8 „ ;	34,3 „ ;	(g)
Inversion 1′—5′:	41,3 „ ;	37,7 „ ;	37,3 „ ;	37,0 „ ;	(h)
Aufrecht 2′—5′:	36,7 „ ;	35,3 „ ;	34,2 „ ;	34,3 „ ;	(i)
Zunahme n. 2′—5′ horizontal:	0,8 „ ;	2,0 „ ;	1,5 „ ;	0,2 „ ;	(b—a)
Zunahme n. 2′—5′ Inversion:	1,8 „ ;	4,8 „ ;	3,5 „ ;	2,4 „ ;	(c—a)
Zunahme n. 1′—5′ Inversion:	1,2 „ ;	3,4 „ ;	3,8 „ ;	3,4 „ ;	(f—e)
Zunahme n. 1′—5′ Inversion:	4,6 „ ;	2,8 „ ;	3,0 „ ;	2,7 „ ;	(h—g)
Abnahme n. 2′—5′ horizontal:	1,0 „ ;	2,7 „ ;	1,6 „ ;	0,7 „ ;	(c—d)
Abnahme nach 1′—5′ stehen:	2,0 „ ;	3,7 „ ;	3,1 „ ;	2,7 „ ;	(c—e)
Abnahme nach 1′—5′ stehen:	2,5 „ ;	3,8 „ ;	3,9 „ ;	3,6 „ ;	(f—g)
Abnahme nach 2′—5′ stehen:	4,6 „ ;	2,4 „ ;	3,1 „ ;	2,7 „ ;	(h—i).

3. Versuchsperson: U. F., kleines schwächliches 12jähriges Mädchen, Schwester von 1. Versuchsperson. Kleine Struma substernalis, welche etwas Athemnoth bedingt.

	I.	II.	III.	IV.	
Aufrecht 1'—3':	29,0 cm;	27,3 cm;	26,7 cm;	26,5 cm;	(a)
Horizontal 2'—5':	29,7 „ ;	27,9 „ ;	27,5 „ ;	27,1 „ ;	(b)
Inversion 2'—3':	30,0 „ ;	28,3 „ ;	28,4 „ ;	28,3 „ ;	(c)
Aufrecht 2'—5':	28,2 „ ;	26,1 „ ;	25,9 „ ;	26,5 „ ;	(d)
Inversion 2'—4':	30,3 „ ;	29,0 „ ;	29,0 „ ;	28,0 „ ;	(e)
Aufrecht 2'—5':	28,4 „ ;	27,2 „ ;	26,2 „ ;	26,3 „ ;	(f)
Inversion 2'—5':	29,8 „ ;	29,0 „ ;	28,7 „ ;	28,5 „ ;	(g)
Zunahme nach 2'—5' horizontal:	0,7 „ ;	0,6 „ ;	0,8 „ ;	0,6 „ ;	(b—a)
Zunahme nach 2'—3' Inversion:	1,0 „ ;	1,0 „ ;	1,7 „ ;	1,8 „ ;	(c—a)
Zunahme nach 2'—4' Inversion:	2,1 „ ;	2,9 „ ;	3,1 „ ;	1,5 „ ;	(e—d)
Zunahme nach 2'—5' Inversion:	1,4 „ ;	1,8 „ ;	2,5 „ ;	2,2 „ ;	(g—f)
Abnahme nach 2'—5' stehen:	1,8 „ ;	2,2 „ ;	2,5 „ ;	1,8 „ ;	(c—d)
Abnahme nach 2'—5' stehen:	1,9 „ ;	1,8 „ ;	2,8 „ ;	1,7 „ ;	(e—f).

4. Versuchsperson: C. S. 30jährige Frau mit normalen Verhältnissen.

	I.	II.	III.	IV.	
Aufrecht 2'—4':	32,7 cm;	30,4 cm;	29,3 cm;	29,8 cm;	(a)
Horizontal 1'—5':	32,7 „ ;	30,4 „ ;	30,4 „ ;	30,3 „ ;	(b)
Inversion 1'—5':	35,2 „ ;	32,5 „ ;	32,4 „ ;	32,4 „ ;	(c)
Aufrecht 2'—5':	33,0 „ ;	30,4 „ ;	29,5 „ ;	29,7 „ ;	(d)
Inversion 1'—4':	35,6 „ ;	33,0 „ ;	32,4 „ ;	32,9 „ ;	(e)
Aufrecht 1'-5':	33,8 „ ;	30,2 „ ;	29,7 „ ;	29,7 „ ;	(f)
Horizontal 2'—5':	33,8 „ ;	31,3 „ ;	31,0 „ ;	31,0 „ ;	(g)
Inversion 2'—5':	35,6 „ ;	32,4 „ ;	32,0 „ ;	32,5 „ ;	(h)
Zunahme nach 1'-5' horizontal:	0,0 „ ;	0,0 „ ;	1,1 „ ;	0,5 „ ;	(b—a)
Zunahme nach 1'—5' Inversion:	2,5 „ ;	2,1 „ ;	3,1 „ ;	2,6 „ ;	(c—a)
Zunahme nach 1'—4' Inversion:	2,6 „ ;	2,6 „ ;	2,9 „ ;	3,2 „ ;	(e-d)
Zunahme nach 2'—5' horizontal:	0,0 „ ;	1,1 „ ;	1,3 „ ;	1,3 „ ;	(g—f)
Zunahme nach 2'—5' Inversion:	1,8 „ ;	2,2 „ ;	2,3 „ ;	2,8 „ ;	(h-f)
Abnahme nach 2'—5' stehen:	2,2 „ ;	2,1 „ ;	2,9 „ ;	2,7 „ ;	(c-d)
Abnahme nach 1'—5' stehen:	1,8 „ ;	2,8 „ ;	2,7 „ ;	3,2 „ ;	(e—f).

Leider war es mir nicht möglich, mehr Personen zu diesen Controllversuchen heranzuziehen; ich glaube aber, dass auch diese wenigen, welche doch in auffallender Weise die an mir gemachten Experimente bestätigen, allein genügen werden zu beweisen, dass eben bei Jedem — mehr oder weniger — durch Veränderungen der Körperlage die nämlichen Resultate erzielt werden.

Dass ich mich hauptsächlich an jüngere Personen gehalten, beruht darauf, dass ich es einfach nicht wagte, ältere Individuen mit wer weiss wie stark degenerirten Gefässen, den immerhin nicht zu missachtenden möglichen Gefahren einer so plötzlichen und ausgiebigen Lageveränderung des Körpers auszusetzen.

In Folge des unangenehmen Gefühles — Druck auf Hals und Augen, die leicht thränten — das die Versuchspersonen angaben (bei V.-P. III. traten Athembeschwerden auf), musste man sich mit den Messungen möglichst beschleunigen und es können daher Irrungen hier viel leichter vorgekommen sein, als bei den an mir selbst gemachten Messungen.

Bei diesen Versuchen achtete ich auch ganz besonders auf das Verhalten der Carotis, ohne mich aber überzeugen zu können, dass sie, noch ihre Zweige bei Inversion pulslos werden, wohl aber dass in Folge der stark geschwellten Schilddrüse erstere nicht leicht aufzufinden (besonders schwer bei V.-P. IV.) und ihre Pulsaltionen schwächer waren.

Schlussergebnisse.

Bei näherer Betrachtung vorliegender Experimente ergeben sich nachfolgende Thatsachen:

1) Der Hals in ganzer Ausdehnung variirt sammt dem Kopfe wesentlich seine Umfänge durch jede Lageveränderung des Körpers, sowie auch durch andere, die Blutvertheilung im Körper beeinflussende Momente (These 7).

2) Der zuerst und am meisten anschwellende Theil des Halses ist der die Schilddrüse beherbergende, die pars thyreoidea (reg. I. und II.).

3) Die Zu- und Abnahmen der Halsperipherien stehen bis zu einem gewissen Grade in einem proportionalen Verhältniss zur Zeit und zur Grösse der Lageveränderung, speciell zur Inversion.

Dafür sprechen z. B. auch die grösseren Maasse, welche wir durch Umkehrung der Reihenfolge in den Experimenten an den zuletzt gemessenen Halsgegenden erhalten haben (S. 385 C.), sowie

auch, dass die Zunahmen während einer ganzen Nacht z. B. oft nicht so gross als die in 40—50 Min. Liegen erhaltenen sind.

4) Sie schwanken aber oft für ebendieselbe Zeit und Lage zwischen ziemlich grossen Grenzen, ohne dass eine deutliche Ursache davon zu erkennen wäre.

5) Die Zunahme der Halsumfänge geschieht successive, d. h. zuerst und am auffälligsten schwillt die pars thyreoidea (reg. I und II) an, um dann die folgenden höhergelegenen Halsabschnitte, bis den Kopfumfang zunehmen zu lassen und dies Spiel einige Zeit — die verschiedentlich lang — zu wiederholen.

Fast aus jedem Versuche geht deutlich hervor, dass, wenn Gegend I stark zugenommen, die übrigen sehr wenig und vice versa, so dass man nothgedrungen annehmen muss, es sei die dort gelagerte Schilddrüse, welche das zu reichlich andringende Blut anfänglich durch enorme Dilatation ihrer Gefässe, Volums-Vergrösserung und dadurch bedingten Druck auf die Carotiden aufhalte, um es nur allmählich weiter gehen zu lassen.

Eine weitere Erklärung dieses Vorganges finden wir bei Liebermeister: „In der That ist schon durch das blose Vorhandensein dieses Organes (Schilddrüse A. d. V.), in welches ein grosser Theil des von den Carotiden und den Subclaviae geführten Blutes ausweichen kann, ein sehr wirksames Moment für die Regulirung des Blutzuflusses zu den Theilen gegeben, deren Arterien aus den gleichen Gefässstämmen entspringen. Offenbar müssen beim übermässigen Andrange des Blutes zu diesem Gefässgebiete gerade die Gefässe der Schilddrüse, die in ein nachgiebiges Parenchym eingebettet sind, mehr als die andern Gefässe sich ausdehnen, einer vermehrten Menge von Blut den Durchfluss gestatten und so die collateralen Bahnen einigermassen vor Ueberfüllung schützen. — Diese Wirkung, die bei den thatsächlich bestehenden Verhältnissen schon aus den blossen physikalischen Eigenschaften sich ergibt, kann aber noch bedeutend gesteigert sein und zu einer annähernd vollkommenen Regulirung des Blutzuflusses zum Gehirn ausreichen, wenn die contractilen Elemente der Gefässe in zweckentsprechender Weise sich betheiligten. Eine Contraction der Schilddrüsenarterien und ihrer Aeste würde das Durchströmen des Blutes durch die Schilddrüse hemmen und in Folge collateraler Fluxionen stär-

kern Blutzufluss zu allen von beiden Carotiden und den beiden Subclaviae versorgten Organen veranlassen; einer Erschlaffung der Schilddrüsenarterien würde ein vermehrtes Durchstömen von Blut und eine Ableitung vom Kopfe und den oberen Extremitäten entsprechen. Würde eine Dilatation der Schilddrüsenarterien bei horizontaler, eine Contraction bei verticaler Körperstellung stattfinden, so würden wir in der Schilddrüse einen Apparat besitzen, durch welchen die Regulirung der Blutzufuhr nach der Körperstellung, die wir namentlich fürs Gehirn als ein physiologisches Postulat gefunden haben, möglicherweise auf's Genaueste zu Stande gebracht werden können."

Durch diese Experimente glaube ich obiges nachgewiesen zu haben.

6) Vorausgegangenes Stehen und dadurch bedingtes Abschwellen des Halses, resp. der Thyreoidea, wirkt begünstigend auf die nachfolgende Zunahme derselben durch Inversion.

Etwas Aehnliches zeigt sich auch bei der Elevationswirkung, sowie bei Anwendung der Esmarch'schen künstlichen Blutleere, wo nach Lösung des Schlauches oder horizontalhalten des Gliedes das Blut mit viel grösserer Gewalt vorwärts schiesst, als vor der Einwicklung oder Elevation.

7) Auch das längere Sitzen bewirkt eine geringe Volums-Zunahme der Thyreoidea, welche durch geistige Arbeit oder essen noch etwas erhöht wird (S. 385 D).

8) Die Abnahmen der Halsperipherien sind für die nämliche Zeit (nicht über 10 Min.) etwas grösser als die Zunahmen derselben, welch' letztere aber bei längerer Dauer auch die Abnahmen bedeutend übertreffen (S. 386 E ff.).

9) Uebereinstimmend mit Liebermeister müssen wir die Function der Thyreoidea als die eines Blutreservoirs halten, welches bei vorhandenem Ueberfluss (Congestion nach dem Kopfe) sich durch Füllung seiner stark erweiterten Gefässe bedeutend vergrössernd die Carotis etwas comprimirt, bei wieder eintretender Anämie aber das Blut durch Contraction jener auf collaterale Bahnen nach oben weiterfliessen lässt und damit

das Gehirn vor zu plötzlich auftretenden Differenzen seines Blutgehaltes schützt.

Zur besseren Erläuterung vorstehender Angaben weisen wir mit einigen Worten auf die anatomischen Verhältnisse der vordern Halsgegend, speciell auf die Blutgefässe des Gehirns und der Schilddrüse hin und folgen hierbei im Wesentlichen unserm verehrten Lehrer Prof. Dr. Chr. Aeby in Bern. Die gemeinschaftlichen Kopfschlagadern (Carotis comm.) theilen sich in der Höhe des obern Schildknorpelendes in die äussern (Car. ex.) und innern Schlagadern (Car. internae), von denen erstere die mächtigern sind und gewöhnlich aus ihrem untersten Theile die oberen Schilddrüsenarterien (thyreoideae super.) als die grössten ihrer ersten Zweige abgeben. Da aber in der Halsgegend „Varietäten und Modificationen aller Art an der Tagesordnung" sind, so geschieht es auch oft, dass sie direct aus der Theilungsstelle der gemeinschaftlichen Kopfschlagadern oder aber aus letzteren selbst hervorgehen, um dann bogenförmig zum obern Rande der Schilddrüse ziehend, zahlreiche Aeste an dieselbe, die benachbarten Muskeln des Zungenbeins, der Rachenwand und des Kehlkopfes abzugeben. „Die Grösse dieser obern Schilddrüsenarterie ist gleich derjenigen des von ihr versorgten Organes selbst eine sehr veränderliche, unter allen Umständen aber eine verhältnissmässig sehr bedeutende."

Die untern Schilddrüsenarterien (thyreoid. inf.) kommen aus den Schilddrüsen-Nackenarterien (Truncus thyreo-cervicalis), welch' letztere selbst aus den Unterschlüsselbein-Schlagadern (art. subclaviae) hervorgehen. Jene wenden sich in der Höhe des 5. Halswirbels hinter den gemeinschaftlichen Kopfschlagadern nach einwärts, ausser der Schilddrüse sowohl Speiseröhre als Rachenhöhle und Luftröhre mit Aesten versorgend. Von Venen, die nach Le Gendre klappenlos sind (Lücke S. 4), sind drei zu erwähnen, zwei den Arterien entsprechende und eine V. thyreoidea media, deren Arterie nur selten vorkommt. Die zum Gehirn führenden Blutgefässe hingegen sind die aus den Subclaviae kommenden Wirbelarterien (art. vertebrales) und die innern Kopfschlagadern, welche Gefässe folglich gemeinsame Grundstämme wie die Schilddrüsenarterien haben.

Ueber die topographischen Verhältnisse der Schilddrüse äussert sich G. Fischer folgendermassen: „Die Drüse liegt theils in der Reg. jugularis, carotidea, selbst in der Reg. sternocleidomastoidea. Die Seitenlappen, bedeckt von den Mm. sternohyoidei und sterno-

thyreoidei, legen sich an den lateralen Umfang der Speiseröhre, der ersten 5, 6 Luftröhrenknorpel, um den Ringknorpel, einen Theil des Schildknorpels und können sogar an der Seite des Pharynx bis zum Zungenbein und rückwärts bis zur Wirbelsäule reichen. Seitlich unter dem Kopfnicker liegen sie etwas vor der Carotis comm., daher bei Vergrösserung der Drüse durch Druck auf die Carotis und Ven. jugul. int. Hirnerscheinungen entstehen können. Der Isthmus liegt gewöhnlich auf dem 2. bis 4. Luftröhrenknorpel."

In Folge obiger Verhältnisse lässt sich also auch vom anatomischen Standpunkte aus eine gewisse Influenz auf die Circulationsverhältnisse des Gehirnes durch die Schilddrüse wohl annehmen.

Liebermeister sagt hierüber: „Wir finden am Halse ein Organ, welches, obwohl dessen Volumen im normalen Zustande noch nicht den zwanzigsten Theil des Volumen des Gehirnes erreicht, dennoch von vier mächtigen Arterien versorgt wird, deren Gesammtquerschnitt nicht viel kleiner ist als der Gesammtquerschnitt der vier das Gehirn versorgenden Arterien. Ueber eine Function dieses Organes ist bisher nichts bekannt; man möge dieselbe aber annehmen wie man will, immerhin ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass dieses kleine Organ zu seiner Ernährung und Functionirung so viel Blut nöthig haben sollte, als das grosse und fortwährend in mehr oder weniger intensiver Function begriffene Gehirn."

Was den Titel dieser Arbeit anlangt, so erheischt er einer kurzen Rechtfertigung.

Man könnte mir nämlich vorwerfen, dass es eben nicht nur die Schilddrüsengegend ist, welche bei passenden Lageveränderungen des Körpers anschwelle, sondern der ganze Hals und dass ich daher nicht wohl sie allein dafür verantwortlich machen dürfe.

Wenn nun aber C. Liebermeister, schon auf ganz negative Resultate hin, der Schilddrüse die Function eines Blutreservoirs vindiciren konnte, so ist man, angesichts vorliegender positiver Ergebnisse doch füglich berechtigt, eben dasselbe zu thun, resp. zu versuchen, die Liebermeister'sche Ansicht zu ihrer verdienten Geltung zu bringen.

Liebermeister sagt nämlich: „Messungen bei schlafenden Individuen habe ich nicht angestellt; bei einigen vergleichenden Messungen des Umfanges des Halses in aufrechter und in horizon-

taler Stellung habe ich einen Unterschied nicht constatiren können; doch erscheint auch a priori die Annahme keineswegs nothwendig, dass durch ein vermehrtes Durchströmen des Blutes eine Anschwellung der Schilddrüse entstehen müsse, die bedeutend genug sei, um durch Messungen des Umfanges des Halses erkannt werden zu können."

Ueberdies konnte ich mich gar oft überzeugen, wie die Schilddrüse, gleich nach eingenommener Tieflagerung des Oberkörpers, allseitig zu schwellen und zu pulsiren begann, so dass man geradezu das Bild einer Struma pulsans vor sich zu haben wähnte. Erst nach längerer Zeit nahm diese Pulsation in Etwas ab, um aber an weiter oben gelegenen Stellen, wie in den Lippen, den Ohren und Schläfen wieder aufzutreten, so dass ich die Pulszahl durchs Gehör allein genau feststellen konnte.

10) Ferner gelang es mir stets leicht, die beiden Seitenlappen und oft auch den Isthmus thyreoideae bei diesem Intumesciren der untersten Halsregionen deutlich zu palpiren, so dass es mir zweifellos erscheint, dass es in erster Linie die Schilddrüse ist, welche die grösste ihr zuströmende Blutmasse auffängt, sie nur allmählich weiter gehen lässt und sich selbst dann wieder anfüllt. Dass die übrigen Halsregionen auch etwas anschwellen ist sehr begreiflich, indem durch die herabhängende Lage überhaupt sowohl ein vermehrtes Zuströmen von arteriellem, als auch ein verminderter Abfluss venösen Blutes bedingt wird.

Aus diesem Erschlaffen der Thyreoidalgefässe und dem dadurch bedingten Anschwellen der Schilddrüse einerseits, dem sich wieder Contrahiren derselben und dem ihm folgenden Abschwellen der Drüse andrerseits, erklären sich auch zur Genüge die oft auffällig verschiedenen Ergebnisse bei ein und derselben Lageveränderung, indem die Messung eben bald während einer Contraction, bald aber während einer folgenden Relaxation der Schilddrüsengefässe zu fallen kam.

Versuchen wir nun die practischen Consequenzen zu ziehen, welche die Annahme unserer hier auseinander gelegten Ansicht involvirt, so ergibt sich Folgendes:

Es ist eine bekannte Thatsache, dass wenig gebrauchte oder ganz ausser Thätigkeit gesetzte Organe mit der Zeit fettig entarten und dadurch anderweitigen degenerativen Vorgängen immer mehr Boden geben.

11) Da nun die Menschen nach hergebrachter Sitte leider selten energische Lageveränderungen des Oberkörpers vornehmen, so ist der Schilddrüse ebenfalls wenig Gelegenheit geboten, sich ad maximum auszudehnen und ad minimum wieder zu verkleinern, d. h. gehörig in Thätigkeit zu bleiben und so kann dies leicht zu einer Gelegenheitsursache der Bildung von Entartungskröpfen (Cysten und Colloidstrumen) werden.

12) Angenommen aber, es sei noch nicht zur Entartung von Gewebe in derselben gekommen und die lange Zeit nur wenig in Thätigkeit gewesene Thyreoidea und ihre Gefässe würden plötzlich durch irgend eine brüske Lageveränderung z. B. stark beansprucht, so dürfte sich dadurch die Zerreissung kleinster Aestchen ihrer Arterien, besonders wenn diese etwa noch ateromatös entartet, bei der kolossalen Ausdehnung, die von ihnen plötzlich verlangt wird, wohl annehmen lassen und damit in ungezwungenster Weise die Bildung von haemorrhagischen Strumen gegeben sein. In ähnlichem, nur allgemeinerm Sinne spricht sich Gegenbaur aus, indem er sagt: „Der Bedeutung der Schilddrüse als eines aus seiner ursprünglichen Funktion getretenen Organes, entspricht die Häufigkeit ihrer Entartung, wie sie z. B. in der Kropfbildung erzeugenden Degeneration erscheint.“ (S. 538).

Dies zur Erklärung einiger Gelegenheitsursachen mancher Kropfarten.

Von Bircher ist nun in einer sehr fleissigen Arbeit zur Evidenz nachgewiesen worden, dass der Kropf und zwar besonders der endemische, sich strikte an die Bodenbeschaffenheit hält und nur auf marinen Ablagerungen, den marinen Sedimenten des palaeozoischen Zeitalters, der triasischen Periode und der Tertiärzeit vorkommt, während die Eruptivgebilde, das crystallinische Gestein der archäischen Formationsgruppe, die Sedimente des Jura-, Kreide- und des quaternären Meeres, sowie sämmtliche Süsswasserablagerungen davon vollkommen frei sind. (S. 56).

Nach ihm hat das Trinkwasser nur in so fern Einfluss auf die Entwicklung des Kropfes, als es durch Ausspülen und Durchfliessen obiger Kropfformationen sich mit dem specifischen Kropfmiasma (Naviculae n. Klebs) beladet und dadurch die Kropfinfection herbeiführt. Ob aber das Wasser Magnesia- oder Kalk-

haltig, frei von Kochsalz, von Jod oder Gletscherwasser sei, bleibe sich für die Kropfentwickelung ziemlich gleichgültig, was hingegen von den stäbchenförmigen Microorganismen, die Bircher in den Quellen der Kropfgegenden vorgefunden, nicht gesagt werden dürfte (S. 148).

13) Die Thatsache, dass Kröpfe beim weiblichen Geschlechte vorherrschen (Marthe S. 37; Lücke S. 38, 27; Bircher S. 6) würde sich so erklären lassen, dass in Folge der periodisch bedeutenden Blutwallungen nach dem Abdomen während den Menses und der Schwangerschaft, und der dadurch bedingten Hirnanaemie das Herz, durch Reizung des vasomotorischen Centrums in der Medulla oblongata rascher schlagend, mehr Blut nach aufwäts sendet; die Schilddrüse aber zur Verhinderung eines allzu ausgiebigen plötzlichen Blutandranges zum Gehirn sich stärker auszudehnen hätte und weil dessen nicht gewöhnt, leicht Zerreissungen ihrer Gefässchen erfahren könnte.

14) Daher muss eine methodische Inanspruchnahme (Gymnastik möchte ich sagen) der Schilddrüse durch abwechselnde tiefe und hohe Lagerung des Oberkörpers, wie dies z. B. durch Schlafen mit tiefliegendem Kopfe am einfachsten zu erreichen wäre, als Prophylacticum gegen eine der wichtigsten Gelegenheitsursachen der Strumabildung angesehen werden.

Dies ergibt sich auch aus den Zusammenstellungen der Monatsmittelwerthe auf S. 387 G., aus denen klar hervorgeht,

15) dass die Umfänge des Halses auch nach mehr als einjähriger täglicher Gymnastik der Schilddrüse, dennoch keine Zunahme (wie von J. Bach, S. 31 und Bircher S. 117 häufigen Hyperämien zugesprochen wird), sondern im Gegentheil sogar eine Abnahme erfahren haben, so dass der Hals und mit ihm die Schilddrüse dünner als zu Anfang der Experimente ist.

Dass in den ersten Monaten eine geringe Zunahme der Halsumfänge sich herausstellt, bestätigt nur die Theorie, indem daraus erhellt, dass die früher lange Zeit wenig thätigen Schilddrüsengefässe zuerst ihre physiologische Ausdehnbarkeit und Grösse erlangen mussten, um dabei stehen zu bleiben, resp. nöthigenfalls

sich stärker zusammenziehen zu können. Im Uebrigen ergibt sich hieraus, dass die Schilddrüse ebenfalls im Stehen sehr vielen Schwankungen ihres Volumens unterworfen ist.

16) Da, wie wir nun gesehen haben, die Schilddrüse als ein wichtiges Organ zur Regulirung der Blutzufuhr zum Gehirn zu betrachten ist, so darf dieselbe jedenfalls nicht ohne triftige Gründe entfernt werden, und es kann daher die Total-Exstirpation derselben bei nur geringen Entartungen hauptsächlich aus cosmetischen Gründen nicht gerechtfertigt werden, um so weniger, als dadurch ein bleibender Nachtheil entsteht, welcher unter Umständen bedenkliche Folgen nach sich ziehen kann. Es ist deshalb allein bei malignen Strumen geringerer und grösserer Ausdehnung, sowie bei gutartigen aber enormen, oder starke Beschwerden (goître plongeant) verursachenden Kröpfen die radicale Beseitigung derselben indicirt; bei allen andern sollte man vor Allem die methodische Gymnastik in Verbindung mit der medicamentösen Behandlung (Injectionen, Jodkalisalbe) derselben in Anwendung bringen und erst in zweiter Linie die partielle Exstirpation ausführen; schliesslich aber lieber einen kleinen Kropf behalten, der, weil er eben nicht die ganze Schilddrüse in Beschlag nimmt, diese immer noch zum Theil leistungsfähig lässt und daher weniger Gefahren bedingt, als ein schöner schlanker Hals ohne jede Schilddrüse.

17) Uebrigens sind wir der Ueberzeugung, dass, wenn das methodische Ueben der Schilddrüse von jung an allgemeiner Brauch sein wird, es dann auch, weil damit eine der Hauptgelegenheitsursachen des sporadischen Kropfes gehoben und die Schilddrüse in Folge der bessern Ernährung auch gegen die miasmatischen Einflüsse der Bodenformation widerstandsfähiger geworden, viel weniger Strumen geben und die Excision derselben eine weniger oft nothwendige Operation werden wird.

Ich kann nicht umhin, noch mit einigen Worten eine Erklärung der Thatsache zu versuchen, dass Kröpfe in bergigen Gegenden häufiger vorkommen, als im Flachlande.

Obwohl Bircher (S. 124, 54) für den endemischen Kropf nachgewiesen, dass die Configuration des Bodens allein in keinem ätiologischen Zusammenhange mit jenem stehe, glaube ich doch, dass die directe Bodenerhebung auf das vereinzelte Vorkom-

men von Strumen einigen Einfluss ausübt, zu einer Gelegenheitsursache für dieselben werden kann.

Es ist nämlich bekannt, dass das Bergsteigen vermehrte Athem- und Pulsfrequenz, welch' letztere bis zu lästigem Herzklopfen sich steigern kann, bedingt.

18) Daher wäre es denkbar, dass in Berggegenden die Thyreoidea durch die oft gesteigerte Herzthätigkeit, in Ausübung ihrer Function, strumösen Entartungen (Gefässzerreissungen) mehr ausgesetzt wäre, als die in weniger heftiger Weise beanspruchte bei Bewohnern der Ebene.

Leider würden diesbezügliche Messungen der Halsumfänge schwerlich positive Resultate liefern, weil das Messen derselben Zeit erfordert, die immerhin gross genug wäre, um durch das ruhige Stehen der Schilddrüse wieder Gelegenheit zum Abschwellen zu geben, es sei denn, dass man die Messungen bergsteigend und in der Ebene gehend vornähme.

Diese oben erwähnten Herzpalpitationen führen uns unwillkürlich zur Basedow'schen Krankheit mit ihrer oft enormen Struma und Exophthalmus, welche nach Eulenburg beim weiblichen Geschlechte häufiger als beim männlichen vorkommt (wie 2 : 1) und vorzugsweise das mittlere Lebensalter betheiligt. „Bemerkenswerth, sagt er, ist noch, dass die Grösse der Geschwulst (Kropf A. d. V.) einem häufigen Wechsel unterliegt; Gemüthsbewegungen, therapeutische Einwirkungen, sonstige Veränderungen des Krankheitszustandes, vor allem aber Schwankungen der Herzaction sind darauf von unverkennbarem Einflusse. Schon Graves beobachtete (nach Stokes) drei Fälle, wo mit jedem Anfalle von Herzklopfen eine Anschwellung der Schilddrüse eintrat und bei nachlassendem Anfalle verschwand.“ (S. 79.)

19) Ohne auf die complicirte Ursache der Basedow'schen Krankheit eingehen zu wollen, scheint es mir, dass die dabei auftretende Struma sich mit Hülfe unserer Theorie erklären lasse, besonders wenn wir den erwiesenen Umstand des Zu- und Abnehmens derselben mit den Herzcontractionen im Auge behalten, indem, da man doch annehmen muss, dass bei erhöhter Herzaction auch das Blut schneller circulirt und dadurch ein jedes Organ in einer gegebenen Zeiteinheit blutreicher werde, die Schilddrüse, um das Gehirn

möglichst vor plötzlicher Blutüberladung zu schützen, anschwelle und mithin die Struma Folge der Herzpalpitationen sei.

Auch dass die Basedow'sche Krankheit vorzugsweise bei Frauen vorkommt, sowie der Befund an untersuchten Strumen, sprechen dafür.

Dass die Struma überhaupt oft fehlt, trotz erhöhter Herzaction, würde sich daraus erklären lassen, dass jene Schilddrüsengefässe etwas an Ausdehnung gewöhnt waren, wodurch die Drüsen sich nur vorübergehend in wenig bemerkbarer Weise vergrössert hätten, ohne, wie bei den weniger in Thätigkeit gewesenen, gleich in Folge einer grösseren Inanspruchnahme, durch kleinste Gefässrupturen etwa, zu einer bleibenden Struma sich zu entwickeln.

Kurz vor Beendigung dieser Arbeit fand ich in einem Aufsatze meines Freundes und Collegen Dr. F. Borel in Neuchâtel einen Ausspruch, der beweist,

20) dass die Annahme der regulatorischen Thätigkeit der Schilddrüse für's Gehirn jetzt auch durch die Praxis ihre Bestätigung gefunden hat.

F. Borel sagt nämlich auf S. 418: „Es möge mir erlaubt sein, hier eine Bemerkung mitzutheilen, die ich noch nirgends gefunden habe: nämlich diejenige der vorkommenden Geistesstörungen bei den (Kropf-) Operirten. Diese können alle möglichen Formen annehmen, je nach dem Charakter und der psychischen Anlage des Patienten. Diese Störungen haben an sich meistens in den von mir beobachteten Fällen keine Wichtigkeit, da sie binnen wenigen Tagen verschwinden, auch muss man sich ihrer gar nicht annehmen, ausser wenn die mania acutissima für den Patienten gefahrdrohend werden könnte. Ich habe in meinen Fällen (von Kropfexstirpationen A. d. V.) nie Nervenverletzungen beobachtet, z. B. sind meine Patienten nie aphonisch gewesen, auch glaube ich nicht, die Geistesstörungen auf Innervationsveränderungen zurückführen zu müssen, sondern vielmehr auf den gestörten Kreislauf im Gehirn, und zwar nicht blos in Folge der Entfernung der Thyreoidea an und für sich, aber auch in Folge der nothwendigen Ligaturen."

In ähnlichem Sinne spricht sich Bircher S. 153 aus: „.... eine weitere Beschränkung der Indicationen für die (Kropf-) Operation

wird auch eintreten müssen, wenn die Beobachtungen von Kocher[1]) über Abnahme der intellectuellen Fähigkeiten bei jungen Individuen nach der Kropfexstirpation sich weiter bestätigen und der ursächliche Zusammenhang nachgewiesen ist."

Chronologische Zusammenstellung der mir bekannt gewordenen Hypothesen über die Function der Schilddrüse.

In Schmid's Jahrbüchern von 1838 äussert sich J. v. Vest folgendermassen über die Function der Thyreoidea: „Die vorbereitenden Veränderungen, welche das Venenblut der untern Hohlader in der Leber und in der Milz erleidet, sind bekannt..... Analoge Blutumbildung mag auch in der obern Hohlader vor sich gehen und das Organ, welches einen Theil des epidiaphragmatischen Venenblutes umbildet, selbst zur Mischung mit dem andern Theile und zur Einverleibung des Chylus vorbereitet, ist die Schilddrüse..... Die Function dieser Drüse scheint das Durchfliessen des vielen Arterien-Blutes zu sein, welches in das Parenchym dieser Drüse tritt, um durch sie hindurch zu gehen und durch die Venen derselben wieder die Wurzelkanäle des venösen Stromes zu vermehren.

Bei der genannten Annahme, dass die Schilddrüse als Auxiliärorgan zur Blutvorbereitung in dem oberhalb des Zwerchfells liegenden Stromgebiete der obern Hohlader sei, lässt sich auch der Schlüssel zur Erklärung der Function der Brustdrüse für's fötale Leben finden; die Thyreoidea und die Thymus haben viel Analoges." (Voigt.)

T. W. King lässt die Schilddrüse zu denjenigen Körpern gehören, „welche ohne einen andern mechanischen oder örtlichen Zweck zu erfüllen arterielles Blut empfangen und dafür venöses Blut und Lymphe wieder hergeben; vielleicht lässt sich einst darthun, dass durch diese Drüse ein besonderer Stoff langsam erzeugt und theilweise auch aufbewahrt werde, der nach völligem Erguss in die absteigenden Hohlvenen wichtige Functionen im weitern Verlaufe des Blutes mit vollziehen hilft."

Lücke sagt S. 9: „Die Auffassung der Schilddrüse als Blutdrüse hat gegenwärtig wohl die wenigsten Anhänger. Wie dieselbe bei der Vertheilung der Capillaren, welche sie mit den

---

1) Siehe Nachtrag S. 412.

traubigen Drüsen gemein hat, irgend einen Stoff solle in das Blut gelangen lassen können, ist vorläufig nicht verständlich."

J. Jackson sagt von der Thymus und Thyreoidea aus, dass „beide Drüsen nichts mehr und nichts weniger als der centrale Capillarkern eines Apparates seien .... Die Thymus mit ihren Gefässen verlangsamt während der Kindheit den Blutlauf durch's Gehirn und Rückenmark, lässt somit diese Organe nicht zu ihrer vollen Thätigkeit kommen, wogegen die Schilddrüse nach der Kindheit den Blutlauf durch diese Organe beschleunigt und so deren Thätigkeit begünstigt. Beide Drüsen stehen sich anatomisch und physiologisch gerade gegenüber, was ihre Dauer, ihr Vorkommen bei Thieren und Menschen, die Grösse ihrer Gefässe u. s. w. beweisen." (Seidenschnur.) Hier finden wir zum ersten Male eine Andeutung der regulatorischen Thätigkeit der Schildrüse, wenn auch ohne jede Erklärung dieses Vorganges.

Nach W. Heidenreich soll die Schilddrüse, welche, weil ohne Ausführungsgänge (Oken), auch keine eigentliche Drüse sei, bei asthmatischen Anfällen als primäres Kiemenorgan das Lungenathmen ersetzen können und ein plötzliches Entstehen oder ein künstliches Hervorrufen eines Kropfes soll im Stande sein, die Lungenphthyse zu heilen.

Im 57. Bande von Schmidt's Jahrbüchern wird von Grützner (referirend?) ausgesagt, dass die Schilddrüse „von Physiologen als stellvertretend für Lunge und gleichsam als Vorlunge betrachtet werde und dass das Moment und der Grund der Tuberkelbildung in den Lungen mit dem Verschwinden der Schilddrüsenschwellung, die eigentlich als Schilddrüsentuberculose oft eine Schutzwehr für das durch Scropheln bedrohte Lungenorgan sei, zu nehmen wäre." ... Auf S. 332 schliesst Verfasser nach Anführung eines andern Falles, dass wenn auch die Schilddrüse nicht absolut ein Athmungsorgan ist und nicht primär in ihrer Sicherstellung wie ein blos entwickeltes Organ sich darstellt, sie auf die Lungenthätigkeit entschieden Einfluss äussert und diesen dadurch gleichsam regulirt, indem sie im Lungenkreislauf durch überpaarige Ernährung wohlthätiges Gleichgewicht unterhält. Aber bisweilen lässt es die Naturthätigkeit, um den Organismus zu sichern, nicht bei blosser Anschwellung der Schilddrüse bewenden, sondern steigert diese zur höhern krankhaften Thätigkeit, zur Entzündung, ja selbst zur Eiterung, um grössere Gefahren vom edleren Nachbarorgan abzuwenden.

In dieser Anschauung über die Thätigkeit der Schilddrüse ist insofern wieder eine Uebereinstimmung mit unserer Ansicht gegeben, als Verfasser eine gewisse Beeinflussung der Circulation durch die Schilddrüse annimmt, ohne dieselbe aber als Hauptfunction hinzustellen.

Thomas Blizard Curling weist darauf hin, „dass die mitgetheilten Fälle Cretinismus bei gänzlichem Mangel der Schilddrüse zeigen und sonach für die neuere Ansicht sprechen dürften, dass bei endemischem Cretinismus ein Zusammenhang zwischen mangelhafter Entwicklung des Gehirns und Hypertrophie der Schilddrüse nicht besteht."

Dass diese Ansicht nun doch eine veraltete und überwundene ist, beweisen die Worte Lücke's: „Cretinismus und Kropf kommen in derselben geographischen Verbreitung vor und es ist ein äthiologischer Zusammenhang zwischen beiden Erkrankungen vorhanden..... Es ist sicher, dass der Cretinismus nur vorkommt, wo Kropfendemien herrschen, dagegen kann Kropf allein endemisch sein, ohne dass dabei Cretinismus beobachtet wird" (S. 50).

Auch Klebs zweifelt nicht „an einer nähern Beziehung der Krankheitsursachen" bei Kropf und Cretinismus (S. 45) und endlich geht die neueste Anschauung nach Bircher dahin, dass „Kropf, Taubstummheit und Idiotie in ihrem endemischen Auftreten auf gewissen marinen Formationen nur verschiedene Formen und Endresultate der cretinischen Degeneration" seien (S. 110).

Auch diese Ansichten lassen sich ganz wohl mit unseren Experimenten in Einklang bringen, um so leichter als nach Bircher der Kropf gewöhnlich das primäre, „nur die leichteste Form der cretinischen Degeneration" sei (S. 151) und es einleuchtend ist, dass wie bei gänzlichem Mangel der Schilddrüse, so auch bei strumösen Entartungen derselben ihre regulatorische Einwirkung auf das Gehirn fast gänzlich dahin fällt und dieses darunter jedenfalls mehr weniger leiden muss.

Mit welcher Vehemenz muss nicht das viele Blut, welches bei jeder Lageveränderung des Oberkörpers von der normalen Schilddrüse aufgehalten wird, bei einem Menschen ohne Thyreoidea, oder mit ausgedehnter Degeneration derselben, bei Inversion oder Sich-bücken z. B. zum Gehirn schiessen und wie leicht kann es dann dort etwaige Miliar-Aneurismen oder ateromatös veränderte Gefässchen durch den plötzlichen Anprall zum Bersten bringen!

Ebenso nachtheilig wird die bei schwacher Herzkraft plötzlich auftretende Anämie werden beim Sich-wieder-aufrichten z. B., wenn keine normal functionirende Schilddrüse vorhanden ist, die durch energische Contraction ihrer, während dem Liegen ausgedehnt gewesenen Gefässe eine Steigerung des Blutdruckes in den Carotiden und Subclaviae bedingt und so eine zu plötzlich auftretende Blutverringerung im Gehirn hintanhält.

Diese vielleicht oft sich wiederholenden Schädlichkeiten müssen bleibende Störungen der Gehirnfunctionen nach sich ziehen und so prädisponirende Momente zur Entwicklung der so häufigen Stumpfsinnigkeit der Cretinen geben.

Dies dürfte ferner auch manche plötzlichen Todesfälle durch Sich-bücken bei sonst rüstigen Menschen erklären, die — wenn sie auch nicht immer eine degenerirte — so doch wohl häufig eine in Folge des Nichtübens atrophirte Schilddrüse zeigen.

Ebenso scheint mir dadurch der bis jetzt nicht in allen Fällen aufgeklärt gewesene, plötzlich auftretende sogenannte Kropftod Rose's in befriedigender Weise aufgehellt zu werden, sei es, dass durch Lageveränderungen des Körpers auch hier plötzlich auftretende hochgradige Hirn-Hyperämie vielleicht mit Gefässzerreissung, oder aber völlige Blutleere mit Lähmung des Athmungscentrums Folge der nicht mehr genügend functionirenden Thyreoidea ist.

In ebenderselben Zeitschrift wird von Kohlrausch ohne Angabe eines thatsächlichen Beweises die Behauptung aufgestellt, dass „die Acini der Schilddrüse für Hohlräume, welche als Anhänge entweder der Venen oder der Lymphgefässe mit dem Gefässsystem in offener Verbindung stehen und als Geburtsstätten embryonaler Blutzellen zu betrachten seien. Die Thyreoideakörnchen sind die Kerne, die Zellen die embryonalen Blutkörperchen und die Proteide sind Protein-Kugeln, die den keimenden Blutzellen als Nahrungsstoffe dienen.“ (Wagner). (s. S. 402.)

Mein hochverehrter Lehrer, Prof. G. Valentin in Bern, drückt sich in seinem Grundrisse der Physiologie folgendermassen über die Function der Schilddrüse aus: §. 1071. „Man darf aus den oben erläuterten Structurverhältnissen schliessen, dass auch hier ein eigenthümlicher Stoffumsatz durchgreift. Die nähern Vor-

gänge desselben lassen sich ebensowenig als für die übrigen Blutgefässdrüsen angeben. Die Vermuthung, dass die Schilddrüse die Blutmassen, die das Gehirn, die Athmungswerkzeuge oder die Stimmorgane belästigen könnten, aufnimmt, hat keinen thatsächlichen Boden gefunden. Man will bemerkt haben, dass sich der Umfang der Schilddrüse durch heftiges Schreien sichtlich vergrössert. Dieses würde schon erklären, weshalb sie ein grösseres Volumen als früher in Frauen, die geboren haben, hin und wieder darbietet. Schon der Beischlaf sollte aber den gleichen Erfolg nach sich ziehen. Man hat daher auf eine besondere, nicht erklärbare Wechselbeziehung zwischen der Schilddrüse und den Geschlechtstheilen zurückgeschlossen. Da die Drüse durch viele noch unbekannte Ernährungseinflüsse häufig vergrössert wird, so können Täuschungen allen jenen Angaben zum Grunde liegen. Leucämische pflegen auch eine voluminösere Schilddrüse darzubieten."

Obige Wechselbeziehung erklärt sich eben aus der früher ausführlich dargelegten (S. 398) unregelmässigen Blutvertheilung, welche die Schilddrüse auszugleichen bestrebt ist; das Uebrige zudem noch aus der Lageveränderung des Körpers.

Im 99. Bande von Schmidt's Jahrbüchern finden wir von Forneris eine sehr deutlich ausgesprochene Anspielung auf die abwechselnde Zu- und Abnahme der Schilddrüse, aber mit einer unlogischen Erklärung dieser Thatsache.

Theile referirt darüber: „Verfasser arbeitete vor ein paar Jahren ungewöhnlich tief in die Nacht hinein. Wenn er nun mit dem anrückenden Schlafe zu kämpfen hatte, so musste er das Halstuch ablegen und den Hemdkragen aufbinden, dessen unterer Rand auf den Hals drückte und zwar um so stärker, je länger das Wachen fortgesetzt werden wollte. Stand er am Morgen auf, so konnte er dieses Kleidungsstück auch nicht sogleich gut vertragen, sondern er musste einige Zeit verstreichen lassen. Er schloss hieraus, dass beim beginnenden Schlafe der Hals dicker würde und während des Schlafes so bliebe, einige Zeit nach dem Erwachen aber wieder zum frühern Zustande zurückkehre oder anders ausgedrückt, dass durch die abendliche Anschwellung des Halses der Schlaf entstände und vollständiges Erwachen mit dem Aufhören dieser Anschwellung zusammenfiele; die gefässreiche Schilddrüse aber wohl das einzige Organ am Halse wäre, welches einer temporären und periodischen Volumsvermehrung fähig er-

achtet werden könne..... Es liegt demnach die Annahme sehr nahe, dass die Schilddrüse während des Schlafes einen Theil des arteriellen Blutes in sich aufnehmen müsse, welches dem Gehirn während des Wachens zugeführt wurde, dass sie also während der Schlafzeit ein Blutdivertikel für's Gehirn ist, oder gleichsam das Schlaforgan." Nach Citirung eines Falles von einem 14jährigen Knaben mit grosser Struma, welcher nicht einschlafen konnte, weil sich dann jedesmal Erstickungsanfälle einstellten, fährt Referent fort: „Ueber 1 Monat hindurch mass er (Forneris) genau an der nämlichen Stelle die Peripherie seines Halses und zwar erstens im ganz wachen Zustande und während geistiger Beschäftigung und zweitens gleich nach dem Erwachen aus dem Schlaf; im Mittel betrug die Differenz hierbei 3 cm; nach $^1/_4$ Stunde höchstens war dieselbe ausgeglichen. Einen ähnlichen Versuch wiederholte er ferner 12 Tage hindurch in der Weise, dass er nach dem Mittagessen 1 Stunde schlief und dann das Maass nahm. Die Differenz hierbei war etwa um $^1/_8$ geringer."

Dass die hier ausgesprochene Ansicht, die Thyreoidea sei als Schlaforgan zu betrachten, unrichtig ist, ergibt sich daraus, dass Verfasser erstlich offenbar Ursache und Wirkung miteinander verwechselt, zweitens seine Körperstellung während der verschiedenen Messungen ganz und gar ignorirt hat, während gerade sie ja für die Volumveränderungen der Thyreoidea — wie wir gesehen — von eminentester Bedeutung ist.

Man muss doch annehmen, dass er sitzend gearbeitet habe, welche Körperhaltung allein schon eine geringe Vergrösserung der Schilddrüse bewirkt. Bei Annahme, dass der Schlaf durch Ueberladung mit Zersetzungsprodukten, Gerinnungsvorgängen oder Anämie des Gehirnes herbeigeführt werde, erklärt sich eine geringe Anschwellung der Schilddrüse bei Schlafanwandlung durch die S. 398 in These 13 gegebene Auseinanderlegung, welcher Vorgang aber jedenfalls nicht nur bei eintretendem Schlafe, sondern überhaupt bei jeder beginnenden Hirnanämie sich ereignen dürfte. Demnach wäre die Schläfrigkeit das Primäre, die Anschwellung der Thyreoidea erst das Secundäre. Dass er Morgens seinen Hemdkragen nicht gleich nach dem Aufstehen, ohne Missbehagen zu fühlen, schliessen konnte, erklärt sich genugsam aus der Lageveränderung des Körpers, stehend oder horizontal im Bett, wie

auch die durch ein Mittagsschläfchen — welches er doch wohl nicht stehend gehalten — erzielten Resultate. Endlich ist der als Beweis für seine Theorie angeführte Fall auch leicht verständlich durch die Annahme, dass die degenerirte Schilddrüse durch die beim Versuch zu schlafen eingenommene horizontale Lagerung eine stärkere Schwellung erfahren und deshalb auf Sympathicus und Trachea drückend, Erstickungsanfälle hervorgerufen habe.

P. Martyn vindicirt der Schilddrüse wesentlich eine Bedeutung für die Stimmbildung, indem sie das schlaffe, bewegliche und biegsame Stimmrohr (Trachea) starr, steif, unbiegsam und damit geeignet mache, einen reinen Ton hervorzubringen. Zweitens wirke sie durch ihr Gewicht und ihre Dichtigkeit als Verstärkungsmittel, indem sie den Ton mehr sonor, voll und tief mache und wesentlich die unnachahmbare Fähigkeit der Modulation und des Ausdruckes der menschlichen Stimme unterstütze.

In gleichem Sinne spricht sich C. L. Merkel aus, indem er die Vorstellung hegt, dass durch die Zusammenziehung der das Organ umlagernden Muskeln dasselbe einen Druck erfahre, der sich auf den Kehlkopf und die Luftröhre fortpflanze und eine Verengerung ihrer Canalisation bewirke. „Ueber die Art dieser Wirkung lassen sich nur Vermuthungen aufstellen.... Es ist wohl anzunehmen, dass die nachgiebige, schwellbare Substanz dieser Drüse dazu dienen könne, sich leicht allen Raumdifferenzen anzupassen, die bei den Bewegungen des Kehlkopfes eintreten und dass die mächtigen, das Organ umhüllenden Venengeflechte ergiebige Bahnen zur Ableitung des Blutes darstellen, wenn dasselbe bei manchen phonischen Vorgängen, bei welchen die Exspiration retardirt ist, die grossen Venenstämme des Halses mit Ueberfüllung bedroht." Also auch hier finden wir in den letzten Worten einen Hinweis auf die regulatorische Thätigkeit der Schilddrüse, wenn auch nur mit Bezug eines geringen Theiles der Ursachen derselben.

Dass die Schilddrüse auch beim Pressen und Drücken in Etwas sich vergrössert, lässt sich schon durch Palpation constatiren.

F. Guyon gibt an, dass bei längerem, forcirtem Anhalten des Athems die Carotiden comprimirt werden und zwar oft so stark, dass für einige Zeit der Puls in ihren peripheren Zweigen, wie Temporalis z. B., verschwinde, weil dabei die vordern Halsmuskeln durch ihre Contraction der geschwellten Schilddrüse nur

nach hinten, gegen die Wirbelsäule, auszuweichen gestatten. (s. S. 391).

„Das forcirte Drängen zählt übrigens zu den ätiologischen Momenten des spontanen Kropfes und diese Wirkung zeigt sich auf unverkennbare Weise bei Gebärenden".

In seinem Lehrbuche der Anatomie des Menschen sagt Luschka Folgendes über die Function der Schilddrüse: „Dieses Lagerungsverhältniss weist nicht undeutlich auf die muthmassliche functionelle Bedeutung der Schilddrüse hin. Schon bei einer andern Gelegenheit habe ich angemerkt, dass kaum ernstlich daran zu denken sei, jedenfalls keine zugänglichen Beweise dafür geliefert wurden, dass dies Organ den Zweck habe, ein Secret auszubilden, welches in irgend einer nähern Beziehung zur Mischung des Blutes steht. Viel einleuchtender ist es, der Schilddrüse eine rein mechanische Aufgabe, etwa die Function eines mässig elastischen Polsters zuzuschreiben, welches in das Innere des Halses verlegt ist, um gewisse Theile auseinander zu halten und sowohl die grossen Gefässstämme, als auch den Luft- und Speiseweg vor dem unmittelbaren Muskeldruck zu schützen, aber zugleich auch günstigere Verhältnisse der Einwirkung der bezüglichen Muskeln auf Kehlkopf und Zungenbein herbeizuführen."

Lawson Tait lässt sich folgendermassen vernehmen: „Die physiologische Bedeutung der Thyreoidea ist dunkel. Man weiss nur, dass ihre Existenz für die Frau wichtiger ist als für den Mann. Es gibt gewisse Analogien mit der Brust. Bei Frauen kommen Erkrankungen der Thyreoidea häufiger vor; der Kropf ist dagegen beim Manne ungleich seltener. Während der Schwangerschaft kann ein Kropf sich bilden oder ein schon vorhandener rasch zunehmen. Natalis Guillot (Arch. d. Méd. Tom of pregnancy) hat derartige Fälle beschrieben, in neuerer Zeit Ollivier (Arch. gener. de Méd. Januar 73).... Alle Frauen waren anämisch und hatten eine ausgesprochene Neigung zu Hämorrhagien, Uterus und Portio vaginalis gross und dick. Stets war die Menstruation profus und langdauernd."

Eine auch zu diesem Ausspruch passende Erklärung haben wir schon oben gegeben (S. 398) und dass sie richtig, ergibt sich aus Lawson's Worten selbst, indem er angibt, dass die an Struma erkrankten Frauen sehr anämisch waren und Genitalveränderungen zeigten, beides Ursachen, welche schon an und für sich eine Ver-

grösserung der Thyreoidea begünstigen und vereint (Anämie und Fluxion zum Abdomen) auch eine grössere Wirkung hervorrufen müssen.

In Du Bois-Reymond's Archiv finden wir von H. Kadyi Folgendes über die functionelle Bedeutung der Thyreoidea ausgesagt: „Obwohl die Schilddrüse schon oftmals Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen ist, hat man dennoch bis heutzutage über ihre Bedeutung für den menschlichen Organismus noch gar keinen Aufschluss erhalten. .... Es wäre aber möglich und erscheint sogar wahrscheinlich, dass die Schilddrüse wenigstens beim erwachsenen Menschen gar keine besondere physiologische Funktion zu verrichten habe und dass eben deswegen alle Versuche, durch Auffinden einer solchen die Bedeutung dieses Organes zu erklären, erfolglos sein müssten. In diesem Falle können bloss entwicklungsgeschichtliche und vergleichend anatomische Untersuchungen über die Bedeutung der Schilddrüse für den menschlichen Organismus Aufklärung verschaffen."

Hyrtl äussert sich über die Schilddrüse wie folgt: „Dass die Schilddrüse mit dem Kehlkopfe in näherer physiologischer Beziehung steht, ist eine blosse Vermuthung, welche allerdings durch die Nähe dieser beiden Organe und durch die Beobachtung einen Schein von Berechtigung erhält, dass in der Klasse der Vögel, wo der Stimmkehlkopf in die Brusthöhle an die Theilungsstelle der Luftröhre herabrückt, auch die Schilddrüse in den Thorax verlegt ist. Da aber auch stimmlose Amphibien eine Schilddrüse besitzen und bei den Schlangen, deren Kehlkopf am Boden der Mundhöhle sich öffnet, die Schilddrüse weit von diesem Kehlkopf entfernt liegt, so fehlt es nicht an Gründen zum Geständniss, dass wir die functionelle Bedeutung der Schilddrüse noch nicht verstehen gelernt haben."

In seiner topographischen Anatomie: „Auch noch in anderer Weise soll die Schilddrüse den Blutdruck im Gehirn reguliren, indem sie, bei starkem arteriellen Blutdrucke anschwellend, ihrerseits die Carotiden comprimirt (Guyon) (S. 409); bei starken Muskelanstrengungen ist nämlich die Carotis bisweilen pulslos" (Maignien).... S. 521: „Die Drüse kann, ohne krankhafte Vorgänge in ihrer Substanz, durch Hyperämie allein, bedeutend anschwellen. Man will gefunden haben, dass dies Abends und durch die Nacht hindurch der Fall ist, woher es wohl kommen mag,

dass ein um den Hals getragenes enges Collier, welches Abends nicht abgelegt wird, in der Nacht lästig zu werden beginnt."

In ganz mit unserer Ansicht übereinstimmendem Sinne spricht sich Schüle aus: „5. Neben Vollentwicklung und Structur der psychischen Hirngebiete ist die ausreichende Versorgung mit stets frischem Blute, d. h. die ungehemmte Circulation die Hauptbedingung für die psychische Function des Gehirns. Der Grundplan der Blutvertheilung im Schädelinnern ist: Erhaltung der für das Hirnleben adäquaten Blutmenge, Ausgleich aller Schwankungen mit möglichst geringer Inanspruchnahme des Gehirngefässgebietes selbst. Diesem Princip ist durch folgende Organisation Rechnung getragen: 1) die beiden grossen Schlagadern des Kopfes, die Carotiden und Vertebrales haben unmittelbar nach ihrem definitiven Abgangsort ein ableitendes Stromgebiet: die ersteren in die Thyreoidea superior, die letzteren in die Thyreoidea inferior. Durch diese Stromverbindung wird die Schilddrüse zu einem Receptaculum sanguinis und so zu einem Ventil der Strombahn bei zu starkem Blutandrang zum Kopfe." (Schroeder v. d. Kolk.)

Landois sagt in seiner neuesten Physiologie: „Liebermeister hält die Schilddrüse für ein collaterales Blutreservoir, welches bei den besagten Lageveränderungen (plötzliches Sichaufrichten nach längerem Liegen. A. d. V.) sich gegen den Kopf hin entleeren kann. Vielleicht erklärt sich auch so die Schwellung der Schilddrüse bei vermehrter Herzaction, durch welche das Gehirn von Blut überladen werden könnte, als Compensationserscheinung." (s. S. 400). — Bircher sodann hält die Schilddrüse mehr für eine Blutdrüse. — Gegenbaur hingegen spricht sich in seiner neuesten Anatomie gegen die Annahme aus, dass die Schilddrüse als echte Drüse aufzufassen sei. „Es stellt vielmehr, nach Art einer Drüse entstehend, ein rudimentäres Organ vor, dessen functioneller Werth unbekannt ist" (S. 537).

Endlich habe ich der Entdeckung Anton Schneider's[1]) zu gedenken, dass die Schilddrüse beim Querder (Ammocoetes; Petromyzon Planeri Bl.) eine nach Aussen secernirende Drüse sei.

Ueberblicken wir noch kurz die hier ausgesprochenen Ansichten über die Function der Thyreoidea, so ergeben sich folgende Gruppen:

---

1) Du Bois-Reymond's briefliche Mittheilung.

a) Die Schilddrüse ein Blutregulator für die obere Körperhälfte, resp. für das Gehirn: Liebermeister, Jackson, Grützner, Forneris, Merkel, Guyon, Schüle, Landois, Borel, Kocher[1]), ich.

b) Sie übernimmt die Function einer theils echten blutbildenden, theils gewöhnlichen Drüse, nach Vest, King, Kohlrausch, Valentin, Bircher, Schneider.

c) Die Thyreoidea wird als Hülfsorgan für die Stimmbildung angesehen von Martyn, Merkel.

d) Dieselbe ein Athmungsorgan: Heidenreich, Grützner.

e) Sie wird als Mittelpunct eines Capillarsystems gehalten von King, Jackson.

f) Die Schilddrüse übernimmt die rein mechanische Function eines elastischen Polsters: Luschka.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt spreche ich die Hoffnung aus, dass durch dieselbe die schwierige Frage nach der Thätigkeit der Schilddrüse — wenn auch nicht zum Abschlusse — so doch einen Schritt näher ihrer Lösung gebracht und der Weg gezeigt sei, auf welchem dieselbe zu einer definitiven befriedigenden Beantwortung weiter geführt werden kann.

Nachtrag.

Es erübrigt mir noch der letzten hier einschlägigen Arbeit meines hochverehrten Lehrers Prof. Kocher: „Ueber die Kropfexstirpation und ihre Folgen“ Erwähnung zu thun. Leider konnte ich wegen Ortswechsel derselben im Originale nicht habhaft werden und muss mich daher an das Referat von Dr. Kaufmann halten.

Daraus geht hervor, dass die von Kocher beobachteten Krankheitserscheinungen nach totalen Kropfexstirpationen — cachexia strumipriva von ihm genannt — vorliegende Ansicht vollkommen bestätigen.

Es ist also bis jetzt von Borel (S. 401) und Kocher thatsächlich bewiesen worden, dass die Hauptfunction der Schilddrüse die eines Blutregulators für die Gehirn-Circulation ist, womit obige Frage nach dieser Richtung hin erledigt sein dürfte.

1) Bircher, S. 1.

Ueber die Function der Vierhügel.

Von

W. Bechterew,

Docent an der kaiserlichen medicinischen Akademie zu St. Petersburg,
Ordinator der Klinik von Prof. Mierzejewsky.

Die Vierhügel sowohl, als die denselben homologen Zweihügel niederer Thiere, bilden einen Theil des Nervensystems, welchem die verschiedenartigste Rolle in der Hirnthätigkeit zugeschrieben wurde. Trotzdem bestehen über die Verrichtung der Vierhügel in der Physiologie bisher im Allgemeinen höchst unvollständige und äusserst unbestimmte Angaben. Nur sehr wenige Thatsachen können als mehr weniger sichergestellt gelten. Zu letzteren gehören Angaben über den Einfluss der Vierhügel auf das Gesicht.

Es ist bekannt, dass schon anatomische Untersuchungen eine Beziehung der Zwei- resp. Vierhügel zum Gesicht mit Bestimmtheit nachweisen. An allen niederen Wirbelthieren — Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln — ergiebt sich aus der makroskopischen Betrachtung des Gehirns mit Leichtigkeit, dass die Zweihügel den tractus optici als Endigungsstätte dienen. Für die Säugethiere kann diese Thatsache auch als festgestellt dienen; übrigens erweist sich bei letzteren die Beziehung der Sehnervenfasern zu den Vierhügeln als nicht so einfach, wie bei niederen Thieren.

Die neueren Untersuchungen von Gudden's[1]), die in vielen Beziehungen vor anderen ähnlichen Untersuchungen unzweifelhafte Vorzüge besitzen, haben gezeigt, dass von den vier verschiedenen zum Bestand jedes tractus opticus gehörigen Faserbündeln nur zwei die directe Fortsetzung der Sehnervenfasern bilden, während die anderen zwei, von denen eins in Bestand der Meynert'schen Commissur eingeht[2]), das andere — die sogen. Gudden'sche Com-

1) v. Graefe's Archiv Bd. 25, Abth. I u. IV.

2) Gudden zufolge begleitet die Meynert'sche Commissur den Tractus nur eine gewisse Strecke lang und dringt dann in die Tiefe des Hirnschenkels

missur bildet, in gar keiner Beziehung zu den Sehnerven, also auch zum Gesicht, stehen. Von den Bündeln jedoch, die die unmittelbare Fortsetzung der Sehnerven bilden, enthält das grössere die im Chiasma sich kreuzenden, also der Netzhaut des contralateralen Auges entstammenden Fasern, das kleinere — die aus der Netzhaut des entsprechenden Auges ziehenden, also im Chiasma ungekreuzt bleibenden [1]). Diese beiden Bündel bilden die äussere Partie des tractus opticus, welche in ihrem weiteren Verlauf durch den äusseren Kniehöcker zieht und von hieraus vermittelst des brach. anter. die vordere Vierhügelerhebung erreicht [2]). Die innere Partie des Tractus indessen, die aus der Gudden'schen Commissura inferior besteht und, wie bereits erwähnt, gar keine Beziehung zu den Sehnerven hat, dringt in den inneren Kniehöcker ein, der seinerseits vermittelst der brach. poster. mit der hinteren Vierhügelerhebung verbunden ist.

Bezüglich der Vertheilung der Sehnervenfasern in den Vierhügeln selbst stehen uns bisher keine genauen Kenntnisse zu Gebote, doch liegt es ausser Zweifel, dass die Vierhügel nicht als letzte Endstätte der Sehnervenfasern zu betrachten sind. Von hier aus ziehen letztere bekannterweise weiter zu den Grosshirnhemisphären, und erreichen, durch den hinteren Abschnitt der inneren Kapsel tretend, die Oberfläche der Occipitallappen, wo sie ihre Endigung finden.

Die experimentellen Angaben, welche zu Gunsten des Einflusses der Vierhügel auf das Gesicht angeführt werden, können auch keinem Zweifel unterliegen.

Schon Flourens beobachtete bei Zerstörung der Zweihügel an Vögeln und der Vierhügel an Säugethieren Blindheit des contralateralen Auges. Zugleich behauptete er, dass zur vollständigen Erblindung des Thieres nicht Zerstörung der ganzen Zwei- oder Vierhügel erforderlich sei; seiner Meinung nach genügt schon

---

ein, wo es bisher nicht gelungen ist den weiteren Verlauf ihrer Fasern zu verfolgen.

1) Gudden nimmt noch einen Bestandtheil des Tractus opticus an, nämlich das sog. Hemisphärenbündel des Tractus; doch andere Autoren, wie Wernicke, halten es für identisch mit der commissura inferior (Wernicke, Handbuch der Gehirnkrankheiten, Bd. I, S. 75).

2) Es ist bekannt, dass ein Theil der Fasern aus dem äusseren Kniehöcker auch in das pulvinar thalami optici eintritt.

partielle, aber tiefe Abtragung dieser Gebilde zur Erzeugung vollkommener Blindheit[1]; zu den nämlichen Resultaten gelangte auch Renzi auf Grund seiner Versuche an Vögeln und Säugethieren[2]. Andere Autoren, wie Longet[3], Schiff[4], M. Kendrick[5] und Ferrier[6], beobachteten ebenfalls bei einseitiger Zerstörung der Zwei- resp. Vierhügel an Thieren Blindheit des contralateralen Auges.

Obgleich zwar angeführte Thatsachen genügend sind zur Sicherstellung der Beeinflussung des Gesichts durch die Vierhügel, so werden dadurch bei Weitem noch nicht alle Fragen entschieden, die dabei von selbst entstehen.

Allererst ist den erwähnten Untersuchungen der Mangel gemeinsam, dass sie anscheinend die höheren Säugethiere gar nicht betreffen, bezüglich welcher das Bestehen partieller Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma nicht nur auf Grund anatomischer Angaben, sondern auch durch das Experiment als entschieden betrachtet werden kann[7].

Es ist offenbar, dass einseitige Zerstörung der den Sehnervenfasern als Endstätte dienenden Vierhügel an diesen Thieren keine vollständige Blindheit des contralateralen Auges hervorbringen muss; wenigstens ist schon à priori ein solcher Effect der Vierhügelzerstörung an höheren Thieren höchst unwahrscheinlich, um so mehr als auch den Occipitallappen der Grosshirnhemisphären, wie Munk's Untersuchungen lehren[8], ein nicht vollständig gekreuzter Einfluss auf das Gesicht zukommt, sondern jeder derselben zu dem Sehvermögen beider Augen in Beziehung steht, wovon ich mich auf Grund eigener Versuche überzeugt habe[9].

---

1) Flourens, Recherches expér. sur les propr. et fonctions du système nerveux. Paris 1842, 2 édition, S. 146.

2) Renzi, Saggio di fisiol. etc. Annal. univ. di medic. t. 186 u. 190.

3) Longet, Anat. et physiol. du syst. nerv. T. I, S. 468 sq.

4) Schiff, Physiologie 1858 u. 59, Bd. I, S. 357.

5) Kendrick, Experim. on the brain of pigeons (Transact. of the Roy. Soc. of Edinb. 1873). Cit. bei Ferrier, Die Functionen des Gehirns, übers. v. Obersteiner. 1879. S. 83.

6) Ferrier, l. c. S. 84 sq.

7) S. meine Arbeiten: „Experim. Untersuch. über die Kreuzung der Sehnervenfasern im chiasma nn. opticorum“ und „Experim. Ergebnisse über den Verlauf der Sehnervenfasern von den Kniehöckern zu den Vierhügeln.“ Neurolog. Centralbl. 1883, No. 3 u. 12.

8) Munk, Verhandl. der physiol. Gesellsch. zu Berlin. 1877—79.

9) S. Neurologisches Centralbl. No. 1, 1884.

Ferner lassen es angeführte Untersuchungen ganz unaufgeklärt, welcher Einfluss auf das Gesicht den einzelnen Abschnitten der Vierhügel, d. h. deren vorderen und hinteren Erhebungen zukommt. Einige der obenerwähnten Autoren behaupten, dass Zerstörung einer vorderen Vierhügelerhebung allein schon Blindheit des contralateralen Auges zur Folge habe und berühren dabei mit keinem Worte die Bedeutung der hinteren Vierhügel. Andere dagegen (Ferrier) schreiben nur den vorderen Vierhügeln Beziehungen zum Sehvermögen zu, indem sie für die hinteren Vierhügel eine andere Verrichtung in Anspruch nehmen.

Endlich blieb die zuerst von Flourens angegebene interessante Thatsache, dass zur Erzeugung vollständiger Blindheit am Thiere schon eine beschränkte Zerstörung der Zwei- oder Vierhügel genügend sei, ohne jede Erklärung.

Ich erwähne aller dieser Lücken zu dem Behufe, um weiter unten, bei Darstellung meiner Versuche an den Vierhügeln, auf sie zurückzukommen.

Ausser dem Einflusse der Vierhügel auf das Gesicht nehmen viele Autoren in denselben auch reflectorische, den Bewegungen der Pupille vorstehende Centren an. So beobachtete schon Flourens bei einseitiger Zerstörung der Zweihügel an Vögeln und Vierhügel an höheren Thieren zugleich mit Blindheit des contralateralen Auges auch Erweiterung und Unbeweglichkeit der Pupille. Budge[1]) localisirte auf Grund eigener Versuche ein die Lichtwirkung auf die Pupille übertragendes Centrum in der Region, die dem inneren Abschnitt der vorderen Vierhügel entspricht. Knoll[2]) fand im Gegensatz zu Flourens und Budge, dass die reflectorische Einwirkung des Lichtes auf die Pupille sogar nach Zerstörung der Vierhügel erhalten bleibe, wenn dabei die Wurzeln des Opticus oder Oculomotorius nicht verletzt werden. Die späteren Autoren bestritten zwar nicht, dass die Uebertragung der Lichtwirkung auf die Pupille vermittelst der Vierhügel zu Stande komme, doch verlegten sie das eigentliche Centrum für die reflectorische Iriscontraction entweder nach hinten von den Vierhügeln (Adamük[3])) oder etwas nach vorn von denselben, nämlich an

1) Budge, Ueber die Bewegungen der Iris. 1855.

2) Knoll, Beitr. zur Physiol. der Vierhügel, Eckhardt's Beitr. zur Anat. u. Physiol., Lief. IV.

3) Adamük, Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1870, No. 12.

den hinteren Abschnitt des Bodens des dritten Ventrikels (Hensen und Völkers [1])).

Adamük nahm ausserdem in den Nates ein besonderes Centrum für combinirte Bewegungen des Augäpfel an. Diese Annahme beruhte auf Versuchen mit Reizung der vorderen Vierhügelerhebungen wobei Folgendes sich herausstellte: Erregung der rechten Seite der Vierhügel bewirkt Bewegung beider Augen nach links, Erregung der linken — nach rechts; Reizung der Vierhügel vorn an der Mittellinie hatte Bewegung beider Augen nach oben zur Folge mit Rückkehr derselben zu paralleler Stellung; Reizung hinten, auch an der Mittellinie, brachte Convergenz der Sehaxen mit Ablenkung der Augäpfel nach unten hervor. Alle diese Bewegungen der Augen wurden von combinirten Bewegungen der Pupille begleitet. Nach Durchschneidung der Vierhügel längs der Mittellinie, zwischen den Nates, hatte einseitige Erregung des Centrums nur Bewegung des gleichseitigen Auges zur Folge. Doch haben Hensen und Völkers die Ungenauigkeit erwähnter Versuche mit Vierhügelreizung dargethan. Sie fanden, dass die beständigsten Resultate in dieser Hinsicht erst nach Abtragung der Vierhügel erhalten werden. Auf Grund ihrer Versuche verlegen sie die Centren für Bewegungen der Augäpfel an den Boden des Aquaeductus Sylvii und den Grenztheil desselben mit dem Boden des dritten Ventrikels [2]).

Viele der Autoren, die sich mit der Physiologie der Vierhügel befassten, sprachen sich in dem Sinne aus, dass die Function derselben mit Beeinflussung des Gesichts und Contraction der Iris noch nicht erschöpft sei. Zu Gunsten einer solchen Meinung wurden unter Anderem vergleichend-anatomische Angaben angeführt, die den Beweis enthielten, dass die Entwickelung der Vierhügel nicht in directer Beziehung zur Ausbildung der Augen stehe, und dass an einigen Thieren, deren Augen in rudimentärem Zustande

1) Hensen u. Völkers, Graefe's Arch. 1878. Bd. XXIV, Abth. I.

2) In meiner Abhandlung „Ueber den Verlauf der die Pupille verengenden Fasern im Gehirn" etc. (dies Arch. Bd. XXXI) habe ich mich dahin ausgesprochen, dass als einzige Centren für die willkürlichen Bewegungen der Augenmuskeln die Kerne der die Augen bewegenden Nerven (Oculomotorius, Abducens und Trochlearis) anzusehen sind, da nur Zerstörung dieser Kerne stets von dauernden Veränderungen in der Stellung der Augäpfel begleitet wird.

sich befinden, die Vierhügel trotzdem verhältnissmässig gut entwickelt seien. Zu solchen Thieren rechnet Longet von den Säugethieren — Talpa europaea und asiatica, Mus capensis, Sorex araneus und Mus typhlus; von den Amphibien — Proteus anguinus und coecilia; von den Fischen — Murena coeca und Gastrobranchus coecus [1]). Doch können diese Thatsachen nicht als sichergestellt gelten, und Angaben einiger anderer Autoren stehen im Widerspruch mit denselben [2]).

Von den Physiologen war es der erste Serres [3]), der erwähnt, dass Zerstörung der Vierhügel ausser Störungen seitens des Gesichts auch Störungen des Körpergleichgewichts zur Folge habe. Ferner beobachtete Flourens bei einseitiger Zweihügelzerstörung an Tauben Drehung meistens nach der Seite der Verletzung, während am Frosch die Drehung bei derselben Operation in entgegengesetzter Richtung stattfinde [4]). Andere Autoren (Longet [5]) und Schiff [6])) stellten bezeichnete Erscheinungen in Abhängigkeit von einer Läsion der unterliegenden Hirntheile. Allerdings fügt Serres zur Beschreibung seiner Versuche hinzu: „Das Instrument war durch die Basis der Vierhügel und das grosse Faserbündel gedrungen, auf welchem der processus cerebelli ad testes ruht."

Trotzdem fand die Ansicht über Beeinflussung des Körpergleichgewichts durch die Vierhügel auch unter späteren Autoren Anhänger. So führte Gayrade [7]), der an Fröschen Versuche anstellte, den Beweis, dass diese Thiere nach Abtragung der lobi optici die Harmonie und Coordinationsfähigkeit complicirter Bewegungen einbüssen. Goltz beobachtete ebenfalls, dass die Bewegungen solcher Frösche, denen er eine Zerstörung in der Zweihügelregion angebracht hatte, uncoordinirt seien; zugleich war ihr Körpergleichgewicht in höchst ausgeprägter Weise gestört. In Berücksichtigung dieser Thatsachen sprach er sich zu Gunsten der Localisation eines Centrums für das Körpergleichgewicht des

1) Longet, l. c. p. 477.

2) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie. Bd. I.

3) Serres, Anat. comparée du syst. nerv. Paris. 1827.

4) Flourens, l. c. p. 51 u. 142—149.

5) Longet, l. c. p. 475.

6) Schiff, l. c. p. 357—360.

7) Gayrade, Sur la localisation des mouvements réflexes, Journal de l'anatomie et de la physiol. 1868.

Frosches in den Vierhügeln aus. Uebrigens führte Goltz, wie auch Gayrade, nicht isolirte Abtragung der Zweihügel am Frosch aus, sondern beschränkte sich anscheinend nur auf tiefe Durchschneidung in benannter Gegend, wobei natürlich auch die untenliegenden Fasern zerstört werden mussten. Kendrick (l. c.), der die Zweihügel an Tauben zerstörte, erwähnt ebenfalls Störung des Körpergleichgewichts. Endlich nimmt auch Ferrier auf Grund seiner Versuche an Fischen, Kaninchen und anderen Thieren in den Vierhügeln ein besonderes Centrum für das Körpergleichgewicht an.

Wie wenig beweiskräftig jedoch diese letzteren Versuche sind, ist aus der Beschreibung ersichtlich, die Ferrier von einem derartigen Experiment an einem Affen giebt. Die Zerstörung der vorderen Vierhügel wurde in diesem Versuche vermittelst eines glühenden Drahtes ausgeführt, der in horizontaler Richtung durch das vordere Ende der unteren Occipitalwindung der linken Grosshirnhemisphäre geführt war. Das Ergebniss der Operation bestand in vollkommener Erblindung des Thieres an beiden Augen, wobei beide Pupillen erweitert waren, obgleich zwar ungleichmässig; ptosis war nicht vorhanden; die willkürlichen Bewegungen waren erhalten, doch wies das Thier deutliche Gleichgewichtsstörung und zeitweise Zwangsbewegungen in Gestalt einer meistentheils von links nach rechts stattfindenden Drehung auf. Bei der Section fand sich: Zerstörung der vorderen Vierhügel, leichte Erweichung nebst Bluterguss in den hinteren Portionen beider Sehhügel; doch die hintere Commissur, die Kniehöcker, das hintere Vierhügelpaar, der Hirnschenkel und die tractus optici waren unverletzt. Der Occipitallappen der linken Hemisphäre war durchbohrt und in der Richtung des erzeugten Ganges erweicht, ausserdem war auch die innere Oberfläche der rechten Hemisphäre in der Nachbarschaft der zerstörten Vierhügel in einiger Tiefe verletzt [1]).

In Parallele zu den angeführten Thatsachen, betreffend den Einfluss der Vierhügel auf das Körpergleichgewicht wurde unter Anderem auf Versuche mit Reizung der Vierhügel hingewiesen, in denen ebenfalls Bewegungserscheinungen zu Tage kamen. So erwähnt schon Adamük bei Beschreibung seiner Versuche, dass Erregung des hinteren Vierhügelpaars im Gegensatz zu Erregung der vorderen von Bewegungserscheinungen begleitet werde. Doch wird

1) Ferrier, l. c. p. 84 u. 85.

diese Bemerkung von Knoll widerlegt. In letzterer Zeit verweist Ferrier von Neuem auf das Auftreten verschiedener Art Bewegungen bei Erregung der Vierhügel; er behauptet, dass sogar bei Anwendung mässig starker Ströme Bewegungen hervorgerufen werden, die alsbald in allgemeinen Opisthotonus übergehen. Bei einseitiger Reizung einer vorderen Vierhügelerhebung allein wurde beträchtliche Erweiterung der contralateralen und dann der entsprechenden Pupille beobachtet, die Augen öffneten sich weit, die Augenbrauen waren in die Höhe gezogen und die Bulbi wurden nach oben und der entgegengesetzten Seite gerichtet; der Kopf folgte den Bewegungen der Augen und die Ohren wurden zurückgezogen. Bei fortgesetzter Reizung erhob sich der Schweif nach oben, die Beine wurden gestreckt, die Kiefer fest aufeinander gedrückt, und zuletzt, bei langandauernder Reizung, stellte sich allgemeiner Opisthotonus ein. Reizung der hinteren Vierhügel hatte dieselbe Wirkung, nur gesellten sich zu den erwähnten Erscheinungen noch verschiedenartige Schreie, von kurzem Wimmern (bei schwacher Reizung) angefangen, bis zu den verschiedensten, gegebener Thiergattung eigenthümlichen Lauten (bei stärkerer Reizung) [1]).

Letztere Thatsachen dienten dem Autor als Grundlage einer Hypothese, welcher zufolge der hintere Abschnitt der Vierhügel an Thieren Centren für den Ausdruck der Gemüthsempfindungen enthalte.

Schon seit Goltz war es bekannt, dass ein Frosch mit abgetragenen Grosshirnhemisphären, der bei jeder Reizung der Rückenhaut quackt, nach tiefer Durchschneidung in der Zweihügelregion für immer aufhört seine Stimme laut werden zu lassen, die dann durch keine äusseren Reize mehr hervorgerufen werden kann. Eben auf Grund dieser Versuche localisirte Goltz ein reflectorisches Quackcentrum am Frosch in der Gegend der Zwei- resp. Vierhügel. Es ist übrigens offenbar, dass, wie wir schon oben erwähnten, bei solchen Versuchen auch tiefer liegende Theile verletzt wurden.

Ferrier, der in derselben Richtung Versuche an Kaninchen anstellte, gelangte zu folgenden Resultaten: nach Zerstörung der vorderen Vierhügel schrieen die operirten Thiere unter dem Ein-

1) Ferrier, l. c. p. 87 sq.

fluss von Schmerzreizen ebenso wie vor der Operation. Wenn jedoch die Vierhügel durch einen transversalen Schnitt (?) vollständig entfernt waren, so hatte Reizung von einer solchen Kraft, dass reflectorische Bewegungen der Glieder sich einstellten, im Laufe von 2—3 Stunden nach der Operation kein Schreien mehr zur Folge. Doch später gelang es durch heftige Hautreize Schreie hervorzulocken, wobei der Autor zwischen dem Schreien gesunder und operirter Kaninchen keinen wesentlichen Unterschied wahrnahm.

Letztere Bemerkungen schmälern offenbar die Beweiskräftigkeit seiner Versuche. Dessen ungeachtet gelangt Ferrier zu dem Schluss, dass die hinteren Abschnitte der Vierhügel Centren enthalten, vermittelst derer sensible Reize Aeusserung der Stimme seitens der Thiere hervorbringen, — offenbar mit Rücksicht auf die obenangeführten Versuche mit Reizung der Vierhügel. Ferrier vermuthet auch, dass diese Abschnitte der Vierhügel vorzüglich zur reflectorischen Aeusserung von Gemüthsempfindungen dienen.

Mit Vorstehendem sind fast alle am meisten wesentlichen und verbreiteten Anschauungen über Verrichtung und Bedeutung der Vierhügel im Allgemeinen erschöpft. Hier ist nur noch hinzuzufügen, dass einige Autoren bei Reizung in der Vierhügelgegend Veränderungen seitens der Thätigkeit der Gedärme und Harnblase beobachteten; doch stehen diese Untersuchungen ohne Zweifel nicht in directer Beziehung zur Function der Vierhügel selbst.

Es ist nicht leicht die von verschiedenen Beobachtern angestellten, ihrem Inhalt und Resultate nach so verschiedenartigen Versuche einer kritischen Beurtheilung zu unterziehen. Ich beschränke mich hier nur auf die Bemerkung, dass solche Schlussfolgerungen, die ausschliesslich auf Versuchen mit Reizung der Vierhügel beruhen, mir überhaupt ziemlich unsicher und nicht sehr vertraueneinflössend scheinen. In einem so beschränkten Gebiet, wie die Zwei- oder Vierhügel, dringen Stromschleifen leicht in tiefer liegende Regionen und bringen durch Reizung letzterer eine Wirkung hervor, die der Beobachter auf Reizung der Vierhügel beziehen kann. Andererseits erfordern auch Versuche mit Zerstörung der Vierhügel, dass die Operation möglichst rein, ohne Verletzung benachbarter Hirntheile ausgeführt werde; zudem muss die postmortale Hirnuntersuchung des Thieres jedes Mal streng controliren, inwiefern die angebrachte Zerstörung thatsächlich auf

die Vierhügel selbst beschränkt war und nicht tieferliegende Hirntheile mitergriffen sind.

Leider ist die anatomische Lage der Vierhügel derartig, dass eine ganz beschränkte Zerstörung derselben nicht leicht ausführbar ist. Eben dieser Umstand hat ohne Zweifel dazu beigetragen, dass bisher zwischen den Autoren bedeutende Widersprüche bezüglich der Bedeutung der Vierhügel in der Hirnthätigkeit überhaupt bestehen.

In den Versuchen, welche ich zur Erhellung der Vierhügelverrichtung und zur Prüfung aller oben angeführten Ansichten unternahm, berücksichtigte ich stets die angedeuteten Vorsichtsmassregeln beim Operiren.

Zu den Versuchen benutzte ich verschiedene Thiere — Frösche, Tauben, Hühner, Kaninchen und Hunde. Das angewendete Operationsverfahren wird weiter unten bei jeder Versuchsreihe besonders beschrieben werden.

Versuche an Fröschen.

Um die Zweihügel am Frosch zu zerstören, eröffne ich die Schädelkapsel des Thieres an entsprechender Stelle, und indem ich jede Zweihügelerhebung behutsam mit einer Pincette erfasse, zerquetschte ich sie durch wiederholtes Andrücken fast bis zu vollständiger Zerstörung. Bei solchem Operationsverfahren ist es leicht Verletzung des unter den Zweihügeln liegenden Gebiets zu vermeiden, und deshalb kann der Effect der Operation nicht durch irgend welche Nebenerscheinungen complicirt werden, die in keiner Beziehung zur Zerstörung der Zweihügel stehen.

Nach bezeichneter Operation erscheint der Frosch vollständig blind an beiden Augen; er entfernt sich nicht, wenn man die Hand rasch seinen Augen nähert; bei Anregung zur Ortsveränderung stösst er bei seinen Sprüngen nicht selten mit dem Kopf an verschiedene Gegenstände, an die Wände des Zimmers etc. Die Pupillen sind ganz gleichmässig, ohne deutliche Erweiterung. Zugleich verfügt das Thier über vollkommene Freiheit seiner Bewegung: wenn es auf den Rücken umgelegt wird, kehrt es sogleich zu seiner normalen Lage zurück; ebenso klettert der Frosch vortrefflich an einer geneigten Fläche und balancirt mit grosser Geschicklichkeit, wenn das Brett, auf dem er sich befindet, nach

verschiedenen Seiten hin geneigt wird. Ueberhaupt konnte ich in der Bewegungssphäre der in bezeichneter Weise operirten Frösche entschieden keine wesentlichen Veränderungen entdecken. Sie erscheinen nur etwas träger, als gesunde. Beim Streicheln des Rückens quackten die operirten Frösche beinahe jedes Mal, wenn sie zuvor nicht durch irgend etwas in Unruhe versetzt waren; wenn jedoch das Thier im Verlauf einiger Zeit verschiedene Manipulationen ertragen hatte, so liess es seine Stimme erst nach wiederholtem Streicheln hören.

Wenn danach dem in bezeichneter Weise operirten Thier die Grosshirnhemisphären abgetragen wurden, so quackte es jedes Mal beim Streicheln des Rückens mit der maschinenmässigen Beständigkeit, die von Goltz besonders betont wird. Das Körpergewicht solcher Thiere blieb auch vollkommen erhalten. Doch wenn ich an der Stelle der zerstörten Zweihügel einen tiefen Schnitt legte, so hörte die reflectorische Stimmenäusserung des Frosches auf und liess sich durch keine äusseren Reize mehr hervorrufen. Zugleich wurden auch die Bewegungen des Thieres unsicher und das Körpergleichgewicht in der ausgeprägtesten Weise gestört. Nicht selten liess sich auch an solchen Fröschen Erweiterung einer oder beider Pupillen wahrnehmen.

Die beschriebenen Versuche wurden von mir an vielen Thierexemplaren angestellt und ergaben in gelungenen Fällen stets die nämlichen Resultate.

Diese Versuche enthalten also den Beweis, dass bei Zerstörung der Zweihügel allein an Fröschen ausser Erblindung keine anderen Störungen zur Beobachtung gelangen — weder seitens des Zustandes der Pupillen, noch in der Coordination und Erhaltung des Körpergleichgewichts, noch in der Fähigkeit Gemüthsbewegungen durch die Stimme zu äussern. Nur Zerstörung der unterliegenden Gebiete bei tiefer Durchschneidung in der Region der zerstörten Zweihügel hat zugleich mit Erweiterung der Pupillen deutliche Störung des Körpergleichgewichts und vollständiges Aufheben des reflectorischen Quackens zur Folge.

Versuche an Vögeln.

An der Taube eröffne ich die Schädelkapsel entsprechend der Lage einer der Zweihügelerhebungen; dann führe ich in die eröffnete Höhle ein kleines piquenartiges Instrument ein. Im

Moment der Berührung der blossgelegten Zweihügel mit dem Instrument fährt das Thier heftig zusammen. Darauf steche ich die Spitze des Instrumentes vorsichtig in die Hirnsubstanz ein und zerstöre einen Zweihügel fast vollständig vermittelst entsprechender Wendungen des Stieles. Nach dieser Operation wird das Thier am contralateralen Auge ganz blind; die Pupille des letzteren ist ein wenig erweitert, doch verengt sie sich bei starker Lichteinwirkung fast ebenso deutlich wie am gesunden Auge; dabei fehlen jegliche Bewegungsstörungen.

Dann wird in derselben Weise der andere Zweihügel zerstört. Das Thier ist an beiden Augen erblindet; die Pupillen sind ein wenig erweitert, doch reagiren sie regelrecht bei Lichteinwirkung. Keine Bewegungsstörungen. Das Körpergleichgewicht bleibt so gut erhalten, dass das Thier ohne Schwankungen an einer dünnen Stange sitzen kann. Wenn man die Taube an einem Flügel in die Luft erhebt, schreit sie nicht selten, ebenso auch zuweilen bei raschem Ergreifen der Haut und Federn an der oberen Halsgegend.

Wenn die operirte Taube einige Wochen oder Monate lang nach der Operation beobachtet wird, so lässt es sich in den meisten Fällen wahrnehmen, dass die Blindheit nicht beständig bleibt. Gewöhnlich erfolgt nach Verlauf mehr oder weniger langer Zeit theilweise Wiederherstellung des Sehvermögens an einem oder sogar an beiden Augen. Uebrigens überschreitet diese Restitution anscheinend nicht quantitative Lichtwahrnehmung. Eine solche Taube rückt ihren Kopf zur Seite, wenn man eine Annäherungsbewegung mit der Hand macht, doch sie fliegt oder läuft nicht fort. Nicht selten kann man auch beobachten, dass die operirte Taube sich unruhig umschaut, wenn vor ihr eine Bewegung angefangen wird, doch sie fliegt nicht weg, wenn man Anstalten macht sie zu ergreifen, und erkennt nicht umhergestreute Körner.

Wenn bei der Operation nur ein gewisser Theil der Zweihügel zerstört ist, so stellt sich am Thier nicht vollkommene Erblindung des contralateralen Auges ein, sondern es wird nur ein bestimmter Gesichtsfelddefect bemerkt, in Folge dessen das Thier in gewisser Richtung bezüglich seines Auges befindliche Hindernisse und Gegenstände nicht sieht, während es in anderer Richtung befindliche Gegenstände noch gut erkennt. Mit der Zeit, besonders bei sehr beschränkter Verletzung, kann der bestehende

Gesichtsfelddefect sich dermassen verringern, dass er bei der Untersuchung nicht mehr wahrnehmbar wird.

Bewegungsstörungen wurden in meinen Versuchen bei Zerstörung der Zweihügel an Tauben nur in dem Falle beobachtet, wenn das Instrument zufällig in die Tiefe der Hirnmasse eindrang und Verletzung eines Hirnschenkels oder des Sehhügels mit centralem Grau vorlag. In solchen Fällen stellten sich sogleich Pendelbewegungen des Kopfes nach entgegengesetzter Richtung nebst deutlichem Nystagmus der Augen ein; und bald treten Anfälle unwillkürlicher Bewegungen auf, die mit der Zeit abzunehmen oder sogar ganz aufzuhören pflegen; doch lässt das Thier dabei fast immer eine gewisse Unsicherheit der Bewegungen und mehr weniger deutliche Störung des Körpergleichgewichts erkennen, die gewöhnlich beständig bleiben und sogar mit der Zeit zunehmen können.

Zerstörung der Zweihügel an Hühnern wurde stets von denselben Erscheinungen begleitet, wie an Tauben.

Angeführte Versuche zeigen also, dass an Vögeln sowohl, als an Fröschen, bei isolirter Zerstörung der Zweihügel ausser Blindheit keine anderen Störungen — weder in der Bewegungssphäre, noch in der Fähigkeit Gemüthsbewegungen durch verschiedenartige Laute auszudrücken — zur Beobachtung gelangen. Nur die dem zerstörten Zweihügel contralaterale Pupille erscheint ein wenig erweitert, doch reagirt sie auf starke Lichtreize fast ebenso deutlich, wie die Pupille des gesunden Auges. Letztere Thatsache enthält den Beweis, dass die Pupillenerweiterung in diesen Fällen nicht durch Unterbrechung der reflectorischen pupillenverengenden Fasern bedingt wird, welche — wie ich in einer anderen Arbeit gezeigt habe — hinter dem Chiasma in der centralen grauen Substanz verlaufen, indem sie direct zu den Oculomotoriuskernen ziehen, — sondern durch die Unfähigkeit der Taube die umgebenden Gegenstände mit dem blinden Auge zu fixiren, mit anderen Worten, durch die Unfähigkeit, den Accomodationsapparat des Auges willkürlich anzuspannen, erklärt werden muss[1]).

1) Specielle Versuche, die ich in letzterer Zeit über die reflectorische Pupillenverengerung an Vögeln anstellte, haben mir gezeigt, dass die pupillenverengenden Fasern an ihnen ebenso, wie an Säugethieren (Hunden), in verschiedener Höhe vom tractus opticus vor dessen Eintritt in die Zweihügel abgehen und in dieser Weise auf kürzerem Wege die Oculomotoriuskerne erreichen. Ein bedeutender Theil dieser Fasern erfährt eine Kreuzung im

Was die Sehstörung anbetrifft, so entsteht bei ausgedehnter Zerstörung eines Zweihügels am Thier vollständiger Verlust des Sehvermögens am contralateralen Auge. Doch mit der Zeit kann das Sehvermögen sich wiederherstellen. Es fragt sich, wie ist diese Restitution zu erklären?

Mit Rücksicht auf die Angabe einiger Autoren über Möglichkeit einer Restitution zerstörter Hirnsubstanz an Tauben wäre es denkbar eine solche Restitution der Zweihügelsubstanz in unseren Fällen zu vermuthen. Doch gelang es mir nicht bei meinen Sectionen mich davon zu überzeugen. Deshalb glaube ich, dass die uns beschäftigende Thatsache anders erklärt werden muss: wenn man sich vornimmt einen Zweihügel an einer Taube ohne gleichzeitige Verletzung anderer Hirntheile zu zerstören, so gelingt es fast niemals ihn vollständig abzutragen: einige Portionen desselben bleiben bestehen, doch fällt in Folge des Trauma's zeitweilig seine Function ganz aus, so dass in der ersten Zeit vollständige Blindheit des contralateralen Auges eintritt; später jedoch erlangen die unverletzten Portionen des Zweihügels ihre Functionsfähigkeit wieder und das Sehvermögen der Thiere stellt sich einigermaassen wieder her.

Zugleich enthalten meine Versuche — im Gegensatz zur Behauptung Flourens' —, den Beweis, dass beschränkte Verletzung eines Zweihügels nicht zu vollständiger Blindheit führt, sondern nur einen bestimmten Gesichtsfelddefect zur Folge hat. Mit Rücksicht auf diese Thatsache muss man annehmen, dass gewisse Abschnitte der Zweihügel an Vögeln (und offenbar auch an niederen Wirbelthieren) bestimmten Netzhautabschnitten des contralateralen Auges entsprechen. Also müssen wir in jedem Zweihügel das Bestehen einer gewissen Sehfläche für das contralaterale Auge annehmen — wie wir auf Grund bekannter Versuche Munk's das Bestehen einer eben solchen Sehfläche an der Oberfläche der Grosshirnhemisphären zugeben.

Versuche an Hunden.

Von den Säugethieren haben zu Versuchen mit Vierhügelzerstörung Hunde unzweifelhaft den Vorzug vor vielen anderen

---

Chiasma, ein anderer Theil derselben bleibt ungekreuzt. Die gekreuzten Fasern trennen sich vom tractus opticus anscheinend in der nächsten Nachbarschaft der Zweihügel (Sitzungsber. d. St. Petersb. psychiatr. Gesellschaft. December 1883. Ref. im Neurol. Centralbl. 1884).

Repräsentanten dieser Klasse, besonders deshalb, weil es an ihnen möglich ist das Gesicht ziemlich genau zu untersuchen, obgleich eine solche Untersuchung überhaupt nicht zu den leichten gehört. Nicht selten ist viel Mühe und Zeit erforderlich, um am Thier das Bestehen eines Gesichtsfelddefectes zu constatiren, indem zur Vermeidung möglicher Fehler das Untersuchungsresultat stets wiederholter Prüfung bedarf.

Zur Bestimmung der Gesichtsfeldgrenzen an Hunden können verschiedene Verfahren angewendet werden, von denen jedes nur die Möglichkeit giebt, sich einen ungefähren Begriff von der Grösse eines bestimmten Gesichtsfelddefectes zu machen. Ich beschreibe hier nur die Verfahrungsweisen, welche ich bei der Untersuchung der von mir operirten Thiere benutzte und welche ich für die geeignetsten halte.

Nachdem das Thier sich von der Operation erholt hat, verbinde ich ihm ein Auge und locke es mit einem Stück Brot an. Indem ich letzteres in verschiedenen Richtungen verschiebe und darauf achte, inwiefern der Hund mit dem zu untersuchenden Auge die Lockspeise fixirt, gelange ich in die Möglichkeit, die Grenzen des erhalten gebliebenen Gesichtsfeldabschnittes mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. Ein anderer Weg, den ich für nicht weniger geeignet und einfach halte, besteht in einer Untersuchung vermittelst drohender Geberden. Nach Verbindung eines Auges werden mit der Hand drohende Geberden bald von einer, bald von der anderen Seite ausgeführt, und aus dem Verhalten des Hundes zu diesen Geberden und zu der Annäherung der Hand an seine Augen lässt es sich erschliessen, an welcher Seite und in welchem Maasse ein Gesichtsfelddefect besteht; in derselben Weise wird auch das anderseitige Auge untersucht. Schliesslich lässt sich bedeutendere Beschränkung des Gesichtsfeldes an Hunden fast immer auch durch einfache Beobachtung erkennen. Wenn man einem Hunde mit halbseitigem Gesichtsfelddefect an einem Auge das andere verbindet und ihn im Zimmer umherlaufen lässt, so gelingt es meistens bald wahrzunehmen, dass er Hindernisse, die an einer Seite ihm im Wege stehen, nicht bemerkt und deshalb häufig an dieselben stösst, während an der anderen Seite befindliche Hindernisse stets bemerkt und umgangen werden. Zur grösseren Genauigkeit der Untersuchung ist es angezeigt, in jedem Falle alle bezeichneten Verfahren zu benutzen, indem man die Untersuchung an einem und demselben Thier mehrmals wiederholt.

Die Operation isolirter Zerstörung der Vierhügel an Hunden ist im Allgemeinen sehr schwierig. Es ist verhältnissmässig leichter eine vordere Vierhügelerhebung zu verletzten. Zu diesem Zweck wird dem operirten Thier der Schädel in der Scheitelgegend an der Stelle der Pfeilnaht trepanirt; dann führe ich nach Durchschneidung der Dura mater in der Nähe des Sinus longitudinalis zwischen die Grosshirnhemisphären hindurch ein Instrument in Gestalt eines Neurotoms oder noch besser, eines sehr kleinen Löffels mit zugeschärften Rändern; längs der Wand des proc. falciformis gleitend, richte ich das Instrument erst etwas nach hinten und versenke es dann, bis es an das tentorium cerebelli stösst [1]). Indem man letzteres als Wegweiser benutzt, kann man das Instrument nach vorn bis zum vorderen Tentoriumrand vorrücken; hier muss es einige Millimeter weit gerade nach unten versenkt werden, worauf durch eine entsprechende Bewegung des Stiels die vordere Vierhügelerhebung verletzt wird [2]).

Viel schwerer ist es an Hunden eine hintere Vierhügelerhebung zu zerstören. Doch ist es mir nach langer Uebung gelungen, einige Versuche mit gutem Erfolg anzustellen, indem ich dasselbe Operationsverfahren benutzte, wie bei Zerstörung der vorderen Vierhügel, mit dem Unterschied, dass nach Erreichung des vorderen Tentoriumrandes die eingebogene Spitze des Neurotoms nach hinten und etwas nach aussen gerichtet und dann allmählich bis zur Vierhügelerhebung versenkt wird.

Gleichzeitige Zerstörung eines vorderen und hinteren Vierhügels an einer Seite und Zerstörung beider vorderen Vierhügel wird vermittelst geringer Abänderungen im Gange der nämlichen Operation und überhaupt mit grösserer Leichtigkeit ausgeführt, als isolirte Zerstörung einer einzelnen Vierhügelerhebung [3]).

---

1) Bekannterweise besteht bei den meisten Hunden die ganze mittlere Portion des tentorium cerebelli aus einer Knochenplatte und bietet deshalb einen sehr bequemen Stützpunct.

2) Wenn der Experimentator diese Operation einige Mal an Leichen geübt hat, so gelingt es ihm fast immer dieselbe mit Erfolg an lebenden Thieren auszuführen.

3) Trotz aller Vorsicht gelingt es nicht immer beim Operiren der Thiere den beabsichtigten bestimmten Theil der Vierhügel zu zerstören. Nicht selten wird z. B. statt der hinteren Vierhügelerhebung die vordere an derselben Seite oder beide zugleich verletzt.

Die von mir an den operirten Thieren beobachteten Erscheinungen bestanden in Folgendem:

Bei einseitiger Zerstörung eines vorderen Vierhügels stellt sich am Thier weder an einem, noch am anderen Auge vollständige Blindheit ein. Doch durch aufmerksamere Untersuchung wird halbseitige Beschränkung des Gesichtsfeldes an beiden Augen an der dem zerstörten Vierhügel gegenüberliegenden Seite erwiesen, mit anderen Worten — Functionsausfall der entsprechenden Abschnitte beider Netzhäute. Dabei ist der Gesichtsfelddefect in beiden Augen von vertikalen Linien begrenzt. Doch versteht es sich von selbst, dass hier, wie auch in anderen Fällen, der Ausdruck „halbseitiger Gesichtsfelddefect“ nicht in streng mathematischem Sinn gebraucht wird; im Gegentheil beobachtete ich bei Untersuchung der von mir operirten Hunde, dass der Umfang des äusseren Gesichtsfelddefects an dem dem zerstörten Vierhügel contralateralen Auge denjenigen des inneren Gesichtsfelddefectes am entsprechenden Auge stets übertrifft[1]).

Was die Weite der Pupillen und Stellung der Augäpfel anbelangt, so wurden in den meisten Fällen an den von mir operirten Thieren gar keine Veränderungen wahrgenommen: nur in einigen Fällen beobachtete ich geringfügige Erweiterung der contralateralen Pupille, doch war dabei die Lichtreaction vollkommen erhalten. Dagegen wurde bei tieferer Zerstörung der vorderen Vierhügel mit gleichzeitiger Verletzung der unterliegenden Gegend in der Nachbarschaft des Aquaeductus Sylvii bedeutende Erweiterung der entsprechenden Pupille nebst vollständigem Verlust der Lichtreaction derselben, bei directer sowohl als indirecter Lichtwirkung, beobachtet. In solchen Fällen bewahrt gewöhnlich die Pupille des anderen Auges fast ihre normale Weite und reagirt regelrecht auf Lichtreize, doch nur auf directe, nicht auf indirecte.

Alle bezeichneten Erscheinungen pflegten im Verlauf sehr langer Zeit unverändert fortzubestehen; doch in einigen Fällen beobachtete ich bei mehr beschränkter Zerstörung eines Vierhügels, dass die halbseitige Gesichtsfeldeinschränkung nach einigen Wochen am contralateralen Auge beinahe vollständig verschwand, während

1) Anscheinend verläuft in beiden Augen die den Defect vom erhalten gebliebenen Abschnitte des Gesichtsfeldes trennende Linie durch den Fixationspunct.

sie am entsprechenden noch immer dasselbe Verhalten aufwies, wie unmittelbar nach der Operation. In anderen Fällen, bei sehr beschränkter Verletzung eines vorderen Vierhügels, vorzüglich in der Medianlinie, wird am Thier auch schon in der ersten Zeit nach der Operation nur halbseitiger Defect des inneren Gesichtsfeldes am entsprechenden Auge beobachtet, während das Sehen am contralateralen Auge ganz normal bleibt.

Nach Zerstörung eines hinteren Vierhügels sieht das Thier ebenfalls mit beiden Augen; doch genauere Untersuchung ergiebt an ihm das Bestehen halbseitiger Einschränkung des äusseren Gesichtsfeldes am contralateralen Auge, während das Sehvermögen am entsprechenden normal bleibt. In der Stellung der Augen und Weite der Pupillen sind keine Veränderungen wahrnehmbar, sogar auch bei tieferer Zerstörung.

Bei gleichzeitiger Zerstörung des vorderen und hinteren Vierhügels an einer Seite kamen am Thier dieselben Erscheinungen zur Beobachtung, wie bei vollständiger Zerstörung eines vorderen Vierhügels allein, nämlich halbseitiger Gesichtsfelddefect an beiden Augen an der der Verletzung entgegengesetzten Seite, oder, mit anderen Worten, Functionsausfall der entsprechenden Abschnitte beider Netzhäute. Diese Erscheinungen blieben stets unverändert.

Bei mehr oder weniger bedeutender Zerstörung beider vorderen Vierhügelerhebungen stellt sich am Thier beständig fast vollkommene Blindheit an beiden Augen ein. Das stärkste Licht ruft kein reflectorisches Schliessen der Lider hervor, die Pupillen sind in den meisten Fällen mässig erweitert, ihre Lichtreaction verringert. Uebrigens pflegt diese Pupillenerweiterung mit der Zeit abzunehmen, und ihre Reactionsfähigkeit kann sich wieder einstellen, wenn die Verletzung der Vierhügel nicht tiefer als bis zum Aquaeductus Sylvii gedrungen ist.

Wenn die Läsion beider vorderen Vierhügel unbedeutend und auf die innere Portion derselben beschränkt ist, wird am Thier Ausfall des inneren Gesichtsfeldabschnittes an beiden Augen (nasale Hemiopie) beobachtet. Die Pupillen sind ohne Veränderungen oder nur leicht erweitert. Ausserdem wird nicht selten Convergenz der Augenaxen beobachtet; doch beim Sehen mit jedem Auge einzeln (indem dem Thier das eine oder das andere Auge verbunden wird) lassen sich gewöhnlich keine Veränderungen in der Stellung der Augen wahrnehmen.

Es ist mir nicht gelungen eine möglichst isolirte und vollständige Zerstörung beider hinteren Vierhügel auszuführen, doch in einem Fall hatte ich eine Zerstörung an der Grenze zwischen den hinteren Vierhügeln angebracht, indem die inneren Portionen derselben verletzt waren — links etwas mehr, als rechts: die vorderen Vierhügel waren dabei unversehrt geblieben. In der ersten Zeit nach der Operation wurde am Thier Beschränkung der Gesichtsfelder an beiden Augen von aussen (temporale Hemiopie) constatirt. In den Pupillen und der Stellung der Augäpfel keine Veränderung, doch beim binocularen Sehen waren die Augenaxen meistens der parallelen Richtung genähert. Mit der Zeit stellte sich das Sehen am rechten Auge wieder vollständig her, während die halbseitige Blindheit am linken Auge unverändert fortbestand.

Fast in allen angeführten Versuchen wurden an den Thieren gar keine Bewegungsstörungen wahrgenommen. Nur in zwei Fällen mit Läsion der vorderen Vierhügel stellte sich unmittelbar nach der Operation Nystagmus der Augen ein, begleitet von Ablenkung derselben und Kreisbewegungen in der Richtung der unverletzten Seite. Uebrigens verschwanden diese Erscheinungen bereits nach Verlauf einiger Stunden, und ausser geringer Unsicherheit des Ganges, die nicht mehr als 1—2 Tage nach der Operation fortbestand, traten am Thier keine anderen Bewegungsstörungen auf. Bei der Section dieser zwei Hunde konnte ich mich überzeugen, dass gleichzeitig mit den Vierhügeln auch tiefer liegende Hirntheile verletzt waren.

Was den Ausdruck der Gemüthsbewegungen durch Schreie anbelangt, so konnte ich in allen Fällen bei Zerstörung der hinteren sowohl als vorderen Vierhügel keine Abweichungen von der Norm bemerken. Die operirten Thiere besassen nicht die Fähigkeit bei Einwirkung von Schmerzreizen zu schreien, sondern sie bellten und winselten auch unter dem Einfluss von Liebkosungen, knurrten, wenn man sie ärgerte u. s. w. — mit einem Worte, brachten alle ihre Gemüthsbewegungen ebenso zum Ausdruck, wie gesunde Thiere.

In einigen Fällen suchte ich absichtlich die Vierhügel möglichst vollständig zu zerstören. Dabei wurden immer in mehr weniger beträchtlicher Ausdehnung auch die Faserzüge der vorderen Kleinhirnstiele verletzt. Das Thier bot nach dieser Operation ausgeprägte Störungen des Körpergleichgewichts und war nicht

im Stande zu gehen. Das Sehvermögen war anscheinend ganz verloren; doch die Fähigkeit, bei Einwirkung von Schmerzreizen Laute hören zu lassen, blieb noch immer erhalten.

Wenn wir die seitens des Gesichts wahrgenommenen Erscheinungen, deren Erörterung weiter unten sich findet, ausschliessen, so können die Ergebnisse aller oben mitgetheilten Versuche in Kurzem folgenderweise resumirt werden:

1) Möglichst isolirte Zerstörung der Vierhügel an Hunden sowohl, als Zerstörung der Zweihügel an niederen Thieren — Fröschen und Vögeln — wird von keinen deutlichen Veränderungen in der Weite und Reaction der Pupillen begleitet; die in einigen Fällen, bei tieferer Zerstörung in der Gegend der vorderen Vierhügel beobachtete Erweiterung der entsprechenden Pupille nebst Verlust der Lichtreaction derselben konnte nicht durch Zerstörung der Vierhügel selbst, sondern durch Verletzung des unterliegenden Kernes des Oculomotorius oder der Wurzeln desselben bedingt sein.

2) Bei bezeichneter Operation werden an den Thieren keine dauerhaften Veränderungen in der Stellung der Augen beobachtet; die bei Verletzung der inneren Abschnitte beider vorderen Vierhügel erwähnte Convergenz der Augäpfel und die parallele Richtung der Augenaxen bei Läsion beider hinterer Vierhügel können von den begleitenden Störungen seitens des Sehvermögens abhängen. Im ersteren Falle, d. h. bei Verletzung der inneren Portionen beider vorderer Vierhügel und dem dadurch bedingten Auftreten nasaler Hemiopie, also bei Functionsausfall der äusseren Abschnitte beider Netzhäute, sucht das Thier natürlicherweise seine Augäpfel zu convergiren, damit das Licht auf die nichtafficirten inneren Abschnitte der Netzhäute falle; beim Bestehen temporaler Hemiopie hingegen durch Functionsausfall der inneren Abschnitte beider Netzhäute — was bei Verletzung beider hinterer Vierhügel der Fall ist — bringt das Thier zu demselben Zweck seine Augäpfel in Parallelstellung.

3) Bei isolirter Zerstörung der Vierhügel werden an den Thieren keinerlei Störungen des Körpergleichgewichts und überhaupt keine Veränderungen in der Bewegungssphäre beobachtet. Nur bei tiefen Verletzungen in der Vierhügelregion werden zuweilen Nystagmus seitens der Augen, kurzandauernde Zwangsbewegungen und Unsicherheit des Ganges wahrgenommen, was

offenbar zu einer Läsion der hier unterliegenden Faserzüge in Beziehung steht.

Schliesslich 4) bieten die Thiere sogar nach möglichst vollständiger Abtragung der Vierhügel gar keine Veränderungen in der Fähigkeit Schmerzempfindungen durch Schreien zum Ausdruck zu bringen und überhaupt in der Aeusserung ihrer Gemüthsbewegungen.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass die einzigen Symptome, die die beständige und unausbleibliche Folge der Vierhügelzerstörung an Thieren ausmachen, nur in diversen Gesichtsstörungen bestehen, deren Beschreibung bereits oben gegeben ist.

Es ist hier nothwendig auf die Thatsache aufmerksam zu machen, dass unseren Versuchen gemäss bestimmte Theile der Vierhügel zur Function ebenfalls bestimmter Netzhautabschnitte des einen oder anderen Auges in Beziehung stehen. An der Hand dieser Thatsache besitzen wir die Möglichkeit, auf rein physiologischem Wege Verlauf und Endigung der Sehnervenfasern in den Vierhügeln mit nicht geringerer Vollkommenheit zu verfolgen, als es der Anatom thut, indem er die verschiedenen Bündel der Nervenfasern isolirt.

Die Thatsache, dass möglichst vollständige oder bedeutende Zerstörung einer vorderen Vierhügelerhebung von Functionsausfall der entsprechenden Abschnitte beider Netzhäute, also von denselben Erscheinungen begleitet wird, wie Durchschneidung des Tractus opticus, und dass Zerstörung beider vorderer Vierhügel vollkommene Erblindung des Thieres an beiden Augen zur Folge hat, nöthigt uns zu dem Schluss, dass alle in den Tractus optici enthaltenen Sehnervenfasern hinter den äusseren Kniehöckern in die vorderen Vierhügel eintreten. Da indessen die Verbindung der vorderen Vierhügel mit dem entsprechenden Tractus opticus, wie uns auf Grund anatomischer Daten bekannt, nur vermittelst des Brach. anter. geschieht, so wird ferner die Annahme unabweisbar, dass letzteres die ausschliessliche Leitungsbahn für das gekreuzte sowohl als ungekreuzte Tractusbündel vorstellt [1]).

In der That gelang es mir in einigen Versuchen ein Brachium anterius zu verletzen, ohne die Vier- oder Sehhügel zu berühren, und in diesen Fällen stellte sich am Thier stets an beiden Augen

---

1) Wie sehr diese Angaben mit den am Eingang der Arbeit citirten Untersuchungen v. Gudden's übereinstimmen, ist von selbst verständlich.

halbseitige Gesichtsfeldbeschränkung an der contralateralen Seite ein; also war der Effect bezeichneter Operation der nämliche, wie bei Durchschneidung des entsprechenden Tractus opticus oder bei gleichzeitiger Zerstörung der Vierhügel [1]).

Unsere Versuche weisen jedoch nach, dass auch die hinteren Vierhügelerhebungen mit den Sehnervenfasern des Tractus opticus in Verbindung stehen, und zwar mit denjenigen, die zum Bestand des im Chiasma gekreuzten Bündels gehören.

Um bezeichnete Thatsache zu erklären, wird die Annahme unerlässlich, dass die vordere Vierhügelerhebung dem gekreuzten Bündel der Sehnervenfasern des Tractus nicht als Endigungsstätte dient; im Gegentheil, nachdem dieses Bündel zusammen mit den anderen Sehnervenfasern in das Gebiet der vorderen Vierhügel eingetreten, dringt es offenbar in die hintere Vierhügelerhebung an derselben Seite ein, wo es auch sein Ende findet [2]). Wenigstens lässt sich auf andere Art nicht der halbseitige äussere Gesichtsfelddefect am contralateralen Auge erklären, der bei Zerstörung einer hinteren Vierhügelerhebung sich einstellt.

Dasjenige Tractusbündel hingegen, welches die im Chiasma ungekreuzt bleibenden Sehnervenfasern enthält, endigt aller Wahrscheinlichkeit nach schon in der vorderen Vierhügelerhebung selbst. Dafür spricht unter Anderem auch der Umstand, dass bei Verletzung eines vorderen Vierhügels, falls dieselbe nicht ausgedehnt und auf die innerste Portion der Erhebung beschränkt ist, nicht selten nur am entsprechenden Auge ein Defect des inneren Gesichtsfeldes bemerkt wird, während das Sehvermögen am contralateralen Auge normal bleibt.

Die Thatsache der fast beständigen halbseitigen Blindheit beider Augen bei mehr weniger beträchtlicher Zerstörung der vorderen Vierhügel wird meiner Ansicht nach leicht dadurch erklärt, dass dabei zugleich auch das durch dieselben ziehende Bündel verletzt wird, welches die im Chiasma gekreuzten Fasern enthält und in der hinteren Vierhügelerhebung endet. Wenn jedoch das

1) Bezüglich des Operationsverfahrens in diesen Versuchen s. meine Arbeit: „Experimentelle Untersuchung über den Verlauf der Sehnervenfasern des Tractus opticus auf ihrer Bahn von den Kniehöckern zu den Vierhügeln", Neurolog. Centralbl. 1883, Nr. 12.

2) Die weitere Verbindung der Vierhügel mit der Oberfläche der Grosshirnhemisphären ist hier selbstverständlich nicht berücksichtigt.

in Rede stehende Bündel bei bezeichneter Operation nicht ganz unterbrochen wird, sondern nur einige Beschädigung erfährt, so kann sich nach einiger Zeit das Sehvermögen am contralateralen Auge ganz wieder herstellen, während die halbseitige Blindheit am entsprechenden Auge als unausbleibliche Folge der Zerstörung der vorderen Vierhügel für immer bestehen bleibt.

Also dienen die einzelnen Vierhügelerhebungen an höheren Thieren den Sehnervenfasern als Endigungsstätte, die zu bestimmten Abschnitten der Netzhaut des einen oder anderen Auges ziehen. Jeder vordere Vierhügel bietet die Endigungsstätte derjenigen Fasern, die zum äusseren Netzhautabschnitt des entsprechenden Auges verlaufen, jeder hintere — der zum inneren Netzhautabschnitt des contralateralen Auges ziehenden.

Wenn man diese Thatsachen damit vergleicht, was uns über den Einfluss der Zweihügel an Vögeln auf das Gesicht bekannt ist, so erweist es sich, dass bei den Säugethieren jeder Zweihügelerhebung der niederen Thiere nicht die gleichseitigen Vierhügelerhebungen als homolog zu erachten sind, sondern zwei gekreuzte: ein hinterer Vierhügel an derselben Seite und ein vorderer an der gegenüberliegenden [1]).

Zur vollständigen Erhellung der Verrichtung der Vierhügel erübrigt es mir noch, hier die Ergebnisse meiner Versuche mit Reizung der Vierhügel mittelst electrischer Ströme mitzutheilen. Diese Versuche wurden von mir an Tauben und Kaninchen angestellt.

Oben wurde bereits erwähnt, dass schon leichtes Andrücken

1) Zugleich nehme ich auch das Bestehen unvollständiger Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma niederer Säugethiere an. Ich glaube nicht, dass gewisse experimentelle Untersuchungen, die das Bestehen vollständiger Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma an Kaninchen behaupteten, zur Widerlegung der anatomischen Untersuchungen v. Gudden's genügend wären, denen zufolge auch für diese Thiere ein ungekreuztes Bündel anzunehmen ist. An Kaninchen kann — wie ich mich überzeugt habe — das Sehvermögen in nur sehr grober Weise untersucht werden, und deshalb können Defecte des Gesichtsfeldes sowohl, als Erhaltung eines gewissen Abschnittes desselben leicht der Beobachtung sich entziehen. Uebrigens ist es sehr wahrscheinlich, dass an den niederen Säugethieren das Verhältniss der sich kreuzenden Sehnervenfasern zu den ungekreuzten bedeutender ist im Vergleich zu demjenigen, welches an höheren Säugethieren stattfindet.

der blossgelegten Zweihügel an Tauben von allgemeinem Zusammenfahren des Körpers begleitet wird. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Effect nichts anderes ist, als das Resultat einer Erregung der Zweihügel unter dem Einfluss mechanischer Reizung. Die Application der Electroden eines schwachen (an der Zunge kaum fühlbaren) Inductionsstromes an die Oberfläche der blossgelegten Zweihügel ruft an der Taube anfangs ebenfalls allgemeines Zusammenfahren des Körpers hervor, welches bei fortgesetzter Reizung in die heftigste, in Flügelschlagen und mannigfaltigen Bewegungen des Körpers und der Extremitäten sich ausdrückende Unruhe übergeht. Dabei schreit das Thier fast niemals. Der nämliche Effect wird auch in dem Fall beobachtet, wenn dem Thier zuvor die Grosshirnhemisphären abgetragen sind.

Am Kaninchen legte ich die Vierhügel bloss, indem ich die inneren Portionen beider Scheitel- und Occipitallappen abtrug. Darauf applicirte ich die Electroden eines schwachen Inductionsstromes an einen vorderen Vierhügel. Nach allgemeinem Zusammenfahren des Körpers wird am Thier Drehung des contralateralen Ohres nach aussen, Erhebung beider oberen Augenlider und Ablenkung beider Augen in entgegengesetzter Richtung beobachtet, begleitet von geringfügiger Verengerung der Pupillen; bei fortgesetzter Reizung stellen sich Bewegungen an den contralateralen Extremitäten ein. Wenn man den Strom etwas verstärkt, so dreht sich der Kopf um seine Axe nach der Seite der Reizung; die gegenüberliegenden Extremitäten werden gestreckt, und das Thier sieht so aus, als ob es beabsichtige sich um seine Axe in der Richtung der gereizten Seite zu drehen.

Reizung eines hinteren Vierhügels hat ganz ähnliche Erscheinungen zur Folge, mit dem Unterschied, dass dabei fast gar keine oder nur sehr geringfügige Verengerung der Pupillen stattfindet.

Reizung beider vorderen Vierhügel bewirkt allgemeines Zusammenfahren des ganzen Körpers, Erhebung beider oberer Augenlider, geringfügige Pupillenverengerung und Bewegungen in den beiderseitigen Extremitäten. In der Stellung der Augen konnte ich keine wesentlichen Veränderungen wahrnehmen; nur in dem Fall, wenn ich die Electroden in die Höhle des dritten Ventrikels versenkte und sie vor den Vierhügeln applicirte, indem ich die hintere Ventrikelwand berührte, wurde zugleich mit den Bewegungen der Extremitäten ebenfalls Drehung beider Augen nach oben

und etwas nach aussen beobachtet, neben bedeutender Pupillenverengerung und Vorwärtsstreckung des Kopfes[1]).

Reizung beider hinteren Vierhügel wurde auch von allgemeinem Zusammenfahren und Bewegungen des Körpers und der Extremitäten begleitet, doch waren dabei weder in der Stellung der Augen, noch in der Pupillenweite deutliche Veränderungen wahrnehmbar. Ich bemerkte auch nicht die Beständigkeit in dem Auftreten von Schreien, welche Ferrier für eine unausbleibliche Folge einer Reizung der hinteren Vierhügel hält. Nur Application der Electroden eines stärkeren Stromes an beide hinteren Vierhügel bringt gleichzeitig mit ausgebreiteten convulsiven Bewegungen der Extremitäten und Opisthotonus zuweilen anhaltendes Schreien hervor. Ich bemerke indessen, dass dieses Schreien am leichtesten in dem Fall laut wird, wenn die Electroden in die Tiefe der Hirnsubstanz sogleich nach hinten oder nach aussen von den Vierhügeln versenkt sind. Aus diesem Grunde vermuthe ich, dass das Auftreten von Geschrei in diesen Fällen nicht durch Reizung der Vierhügel selbst bedingt wird, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach das Resultat schmerzhafter Empfindungen ausmacht, die vielleicht durch Reizung des anliegenden sensiblen Trigeminuskerns entstehen.

Die Ergebnisse aller angeführten Reizungsversuche an den Vierhügeln ermächtigen meiner Meinung nach noch nicht zur Behauptung, dass die Function dieses Gebildes in directer Beziehung zu der Bewegungssphäre stehe. Ich erwähnte schon, wie vorsichtig man bezüglich der Vierhügel mit der Reizungsmethode sein muss, kraft des Umstandes, dass sogar Schleifen eines schwachen Stromes in tiefer liegende Regionen dringen können, in welchen Faserzüge des vorderen Kleinhirnstiels und motorische Leitungsbahnen der Brücke gelagert sind. In der That erinnern einige der auf einseitige Vierhügelreizung folgenden Erscheinungen (Ablenkung der Augen, Drehung des Kopfes und des vorderen Theiles des Rumpfes um die Längsaxe, Streckung der contralateralen Extremitäten) sehr

1) Die hier bezeichnete Ablenkung der Augäpfel erinnert vollkommen an die Drehung derselben, welche von Adamük bei Reizung vor den Vierhügeln beschrieben wurde. Ich glaube indessen, dass diese Drehung der Augäpfel in gegebenem Fall durch Reizung der hinteren Wand der centralen grauen Substanz bedingt ist, da isolirte Reizung letzterer in bezeichneter Gegend von den nämlichen Erscheinungen begleitet wird.

nahe an die bei Verletzung der Kleinhirnstiele zu beobachtenden Symptome. Es verdient auch der Umstand Erwähnung, dass nach Abtragung der Vierhügel Reizung des unterliegenden Gebietes — wie ich mich überzeugen konnte — fast von den nämlichen Erscheinungen begleitet wird, wie Reizung der Vierhügel selbst; einige dieser Erscheinungen, als Verdrehung der Augen und Verengerung der Pupille, treten sogar ausgeprägter zu Tage, als bei Reizung der Vierhügel selbst.

Auf Grund dieser Thatsachen neige ich der Ansicht zu, dass ein gewisser Theil der bei Reizung der Vierhügel sich einstellenden Bewegungserscheinungen — nämlich Ablenkung der Augen, Drehung des Kopfes und der vorderen Theile des Rumpfes um ihre Axe, Streckung der contralateralen Extremitäten — in keiner Beziehung zur Reizung der Vierhügel selbst stehen, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach durch Reizung unterliegender Nervenfasern bedingt sind. Ferner unterliegt es keinem Zweifel, dass die Verengerung der Pupillen (und einigermaassen vielleicht auch die Drehung der Augäpfel) von einer Reizung des Oculomotoriuskerns abhängt; auf experimentellem Wege lässt sich übrigens nicht die Frage entscheiden, ob diese Reizung auf dem Wege unmittelbarer Ausbreitung des Stroms zum Kern selbst zu Stande kömmt, oder ob sie durch diejenigen Fasern vermittelt wird, welche Meynerts' Untersuchungen gemäss die vorderen Vierhügel mit dem Oculomotoriuskern verbinden.

Doch ausser allen erwähnten Erscheinungen werden, wie wir gesehen haben, bei Reizung der Vierhügel im ersten Moment beinahe immer allgemeines Zusammenfahren des Körpers und verschiedenartige Bewegungen an den Extremitäten beobachtet, welche ohne Zweifel schwerlich zu einer Reizung der unterliegenden Leitungsbahnen in Beziehung gestellt werden können. Es wäre denkbar, dass diese Symptome in Abhängigkeit von am Thier auftretenden subjectiven (Licht-)Erscheinungen stehen; doch überzeugte ich mich, dass allgemeines Zusammenfahren und verschiedenartige Bewegungen der Extremitäten beim leisesten Andrücken oder bei schwacher Reizung der Zweihügel auch an zuvor ihrer Grosshirnhemisphären beraubten Vögeln sich einstellen. Man muss also annehmen, dass die erwähnten Erscheinungen rein reflectorische sind.

In dieser Weise bringt uns die Analyse aller Thatsachen,

sowohl der bei Versuchen mit Zerstörung, als auch der mit Reizung der Vierhügel erhaltenen, zu dem Schluss, dass wir in denselben weder besondere Centren für die Pupillenverengerung im Sinne von Flourens und Budge, noch besondere Bewegungscentren für combinirte Ablenkungen der Augäpfel annehmen können. Ebensowenig existiren bis jetzt stichhaltige Beweise zu Gunsten des Bestehens besonderer Centren für das Körpergleichgewicht in den Vierhügeln, wie viele Autoren annehmen. Schliesslich ist auch die Localisation besonderer Centren für den Ausdruck von Gemüthsbewegungen in den Vierhügeln nicht gerechtfertigt, da dieselben, wie ich in einer anderen Arbeit nachgewiesen, in den Sehhügeln gelegen sein müssen [1]). Nur bezüglich des Gesichts kann die Rolle der Vierhügel keine Zweifel erwecken, und aus diesem Grunde müssen die Vierhügel ausschliesslich als Sehcentrum betrachtet werden. Ausserdem zeigen Versuche mit Reizung der Vierhügel, dass vermittelst derselben auch einige reflectorische Bewegungen ausgelöst werden können.

Schon Longet führte den Nachweis, dass Thiere, denen alle Hirntheile vor den Vierhügeln abgetragen sind, in einem dunklen Raum nicht nur bei Lichteinwirkung Verengerung der Pupille aufweisen, sondern auch ihren Kopf in der Richtung der Lichtquelle bewegen [2]). Aehnliche Erscheinungen beobachtete ich selbst nicht selten an Vögeln, denen ich die Grosshirnhemisphären abgetragen hatte. Es existiren auch Angaben darüber, dass an höheren durch Zerstörung der Occipitallappen erblindeten Thieren ebenfalls nicht nur Lichtreaction der Pupillen stattfindet, sondern sogar unter Einfluss starken Lichtes die Lidspalte geschlossen wird.

Da alle erwähnten reflectorischen Bewegungen mit Ausnahme der Lichtreaction der Pupillen zugleich mit Abtragung der Vierhügel an Thieren verschwinden, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass sie vermittelst bezeichneter Gebilde ausgelöst werden, in denen also die Leitungsbahnen für die reflectorische Uebertragung von Gesichtseindrücken auf motorische Fasern gesammelt sein müssen.

1) Die Function der Sehhügel. Neurologisches Centralblatt 1883, Nr. 3. Siehe auch: Experimentelle Untersuchungen über den Ausdruck von Gemüthsbewegungen bei Thieren. Wratsch (russisch) No. 1, 1884. Ref. im Neurol. Centralbl. 1884.

2) Longet, l. c. p. 471.

Ueber die Fortbewegung der Thiere an senkrechten, glatten Flächen vermittelst eines Secretes.

Von

Dr. **H. Dewitz**
in Berlin.

Hierzu Tafel VII, VIII, IX.

Während die Mehrzahl der Thiere nie an glatten senkrechten oder auch nur annähernd senkrechten Flächen emporklimmen kann, giebt es doch eine beträchtliche Anzahl solcher, die dieses Vermögen besitzen.

Zwei Arten von Apparaten sind es, welche die Thiere befähigen an senkrechten glatten Flächen emporzuklettern, ja sogar mit dem Körper nach unten hängend an wagrechten umherzuwandern, nämlich die Apparate, welche sich des Luftdrucks und die, welche sich einer Flüssigkeit bedienen. Wenngleich letztere nun oft in Folge der Capillarattraction wirken mag, so ist sie in vielen Fällen sicher nebenbei klebriger Natur.

Wie wenig man diese beiden Arten von Apparaten bisher auseinandergehalten hat, geht daraus hervor, dass noch in den neuesten Handbüchern von den Saugscheiben der Fliegen und des Laubfrosches gesprochen wird, während in beiden Fällen die Befestigung nur durch eine Flüssigkeit geschieht.

Doch auch bei den Saugscheiben scheint oft eine Flüssigkeit mitzuwirken. Lässt man einen Blutegel am Drahtnetz kriechen, indem man in einen mit Wasser gefüllten Glascylinder einen etwas kleinern aus Drahtnetz und in letztern das Thier setzt, so wandert es ebenso, wie an der Wand des Glases, wenngleich die Scheiben nicht so fest haften, was man deutlich sieht, wenn man das Thier loslöst. Auch ausserhalb des Wassers klettert der Egel am Drahtnetz. Da an letzterem die Scheibe einen luftverdünnten Raum nicht herstellen kann, so liegt es auf der Hand, dass auch durch das Secret allein das Thier die beiden Enden zu befestigen und sich fortzubewegen vermag.

Die Anwendung eines Drahtnetzes bietet vor der der Luftpumpe den Vorzug, dass das Thier unter den gewöhnlichen Verhältnissen verbleibt, während dies bei der Luftpumpe nicht der Fall ist. — Also auch ein Thier, welches, wie der Blutegel, sicher einen luftverdünnten Raum zu seiner Anheftung in Anwendung bringt, kann sich im Nothfalle, bei der Unmöglichkeit, diesen luftverdünnten Raum herzustellen, mit Hilfe des Secretes allein fortbewegen, wenngleich die Befestigung keine so starke ist.

Es folgt daraus, dass wir durchaus nicht zu dem Schluss berechtigt sind, dass, wenn ein Thier, dem es unmöglich ist, den luftverdünnten Raum herzustellen (durch eine Luftpumpe oder Drahtnetz), dennoch kriecht, es überhaupt nicht den Luftdruck bei seiner Fortbewegung in Anwendung bringt, da Secretionsapparate und Saugevorrichtungen oft gleichzeitig neben einander bestehen, um die Wirkung zu verstärken.

Man muss vielmehr die Einrichtung jedes dieser Organe genau prüfen, wie auch dieselben während ihrer Thätigkeit beobachten, um entscheiden zu können, ob sie durch Luftdruck oder eine Flüssigkeit oder durch beides wirken.

Die das Secret an den Saugscheiben absondernden Drüsen sind von Leydig[1]) bei Pisicola untersucht.

Ausser bei diesen und anderen Würmern finden wir die Saugscheiben auch bei den Echinodermen, wo sie an den Spitzen der Füsschen sitzen.

In dem grossen Heer der Insecten sind mit diesen Apparaten meines Wissens nur die Männchen der Dytisciden und die Larven der Blepharoceriden (Diptera)[2]) ausgerüstet. Bei ersteren dienen dieselben nicht zur Fortbewegung, sondern zur Befestigung bei der Begattung. Den gleichen Zweck haben sie bei einigen Milben[3]). Von den übrigen Gliederthieren ist bei Argulus das vordere der beiden zur Seite des Mundkegels entspringenden Kieferfusspaare in zwei Saugnäpfe umgebildet[4]).

1) Zur Anat. von Piscicola geometrica mit theilweiser Vergleichung anderer einheimischer Hirudineen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I, 1849.

2) Dewitz, Berliner entom. Zeitschr. Bd. XXV, 1881, p. 61 ff. T. 4.

3) Kramer, Archiv f. Naturg. 1880, Bd. 46, p. 106.

4) Gerstäcker, Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Arthropoden p. 861, oben.

Unter den Mollusken sind Cephalopoden und Pteropoden mit ihnen ausgerüstet. Die zur Gattung Cyclostoma gehörenden Landschnecken saugen sich beim Kriechen oft mit ihrem Rüssel fest. Auch hier steigert nach Simroth [1]), ein Secret, ein zäher klebender Schleim die Adhäsion des angesaugten Rüssels.

In dem Thierkreise der Wirbelthiere tragen einige Fische (Cyclostomi, Echeneis) Saugscheiben, welche ebenso wie bei mehreren der genannten Thiere nicht zum Fortbewegen, sondern zum Festankern dienen.

Seit Alters her hat man die Geckonen bewundert, welche an den Zimmerdecken umherlaufen, um dort Stubenfliegen zu erbeuten. Bis in die neueste Zeit schrieb man dieses Vermögen bald einem an den Zehen ausgeschiedenen klebenden Schleim, bald dem Luftdruck zu. Zuletzt ist diese Frage von Cartier [2]), Braun [3]) und Semper [4]) erörtert, welche sich alle für Saugvorrichtungen entscheiden. — Bisher habe ich keine Gelegenheit gehabt, die Thiere im Leben zu beobachten.

Die zur Gattung Anolius gehörenden Reptilien klettern nach Braun [5]) ebenfalls vermittelst der Saugscheiben.

Ebenso wie bei diesen Thieren und den Geckos wird auch bei dem oben erwähnten Fisch, Echeneis, und wohl auch bei der im Folgenden aufzuführenden Cheiroptere, Mystacina tuberculata, der luftverdünnte Raum dadurch hergestellt, dass die platt liegenden Lamellen senkrecht gestellt werden.

Endlich finden wir die Saugscheiben noch an den Gliedmassen mehrerer Säugethiere entwickelt. Nach Mohnike [6]) sind folgende Säugethiere im Stande den Luftdruck zu ihrer Fort-

---

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1882, p. 17 und 18.

2) Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. 1, p. 91.

3) l. c. Bd. 4, p. 231—237.

4) Natürliche Existenzbedingungen der Thiere. Internationale Bibliothek, Bd. 39, p. 26.

5) Humboldt II. 1883, p. 186. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. 5, 1879, p. 31—36. Ueber die Haftorgane a. d. Unterseite der Zehen bei Anolius.

6) Zeitschr. f. wiss Zoologie Bd. 32, 1879, p. 388—406. Ueber das Vermögen verschiedener Säugethiere, sich mittelst des atmosphärischen Druckes an glatten, mehr oder weniger senkrechten Flächen festhalten und aufwärts bewegen zu können.

bewegung resp. Festheftung zu benutzen: Die Arten der Gattung Hyrax, mehrere Cheiropteren, so Thyroptera tricolor Spix (Brasilien), Vesperugo nanus Peters, Pachypus Temminck, Tylopus Dobson, Mystacina tuberculata Tomes (Neu-Seeland) und einige Affen, nämlich Inuus speciosus Cuv. (Japan), Nemestrinus Linn. (Sumatra, Borneo), Cercopithecus cynomoglus Linn. (indische Inseln); wahrscheinlich Inuus ecaudatus Kuhl (Berberei, Gibraltar), mehrere Cercopithecus- und Cynocephalus-Arten, Cynoc. niger Gray, so wie die meisten Lemuriden und die Arten der Gattung Tupaia Horsfield (Hylogalea Temminck). Wahrscheinlich besitzt auch die Cheiroptere Cheiromeles torquatus Horsf. das erwähnte Vermögen, wenn auch nur in einem geringeren Grade.

Bei Thyroptera tricolor findet sich an jedem Flügeldaumen und jedem Fuss ein becherförmig vertiefter, auf kurzem Stiele sitzender Saugnapf, welcher denen der Tentakeln der Cephalopoden sehr ähnlich ist. Das Thier kann sich mit diesen Scheiben an senkrechten Wänden festhalten, schläft jedoch wie die übrigen Fledermäuse an seinen Krallen hängend. Muskeln sind in diesen Scheiben von Dobson[1]), der sie daraufhin untersuchte, nicht gefunden; er bezweifelt daher, dass sie willkürlich zusammengezogen und ausgedehnt werden können. Der Rand der Scheibe wird durch das Sekret der Schweissdrüsen, welche sich hier öffnen, feucht gehalten, was nach Dobson die Anheftung bedeutend verstärkt.

Wir sehen also auch hier ebenso, wie wir dieses bereits oben besprochen und weiter von Hyrax kennen lernen werden, dass eine Flüssigkeit die Thätigkeit der Scheibe verstärkt.

Auf einer niedrigern Stufe der Entwicklung stehen die betreffenden Organe bei den oben namhaft gemachten Vesperugoarten.

Der Anheftungsapparat einer andern Cheiroptere, Mystacina tuberculata Tomes[2]) (Neu-Seeland), erinnert an die Faltenbildung der Zehen der Hemidactylusarten. „Jede Zehe von Mystac. tuberculata zeigt nämlich an ihrer Sohlenfläche, in deren ganzer Länge, eine rinnenartige Vertiefung oder Furche, von welcher sich, in gleicher Entfernung von einander, eine Menge querer Vertiefungen nach den Seiten der Zehe hinerstrecken, so dass die zwischen

---

1) cf. Mohnike l. c.

2) cf. Mohnike l. c.

diesen Querfurchen sich befindende, besonders schlaffe Haut faltenförmig emporragt."

Die Affenarten stellen dadurch den luftverdünnten Raum her, dass die die Hand auf der Unterseite besetzenden elastischen Ballen durch geeignete Biegung und Drehung so gestellt werden, dass sie einander berühren und einen geschlossenen Kreis bilden. Durch Andrücken an den zu erklimmenden Gegenstand werden die Ballen zusammengepresst; sobald der Druck aufhört, dehnen sich die Ballen wieder aus. Hierdurch wird der napfförmige Hohlraum zwischen dem Gegenstande und der Hand vergrössert, die Luft in diesem Hohlraum verdünnt, und es entsteht so aus der ganzen Hand resp. dem Fuss eine Saugscheibe.

Aehnliche Napfbildung und Auspressen der Luft durch Andrücken der den Hohlraum umgebenden elastischen Ballen findet man bei den Hyraxarten. Dobson[1]) constatirte, dass auf den Sohlen von Hyrax dorsalis fünfzehnmal so viel Schweissdrüsen ausmünden, als auf einer gleich grossen Fläche der Sohle des Menschen.

Auch für die Affen macht es Mohnike wahrscheinlich, dass die Ballen fortwährend ein Secret absondern, da dieselben eine niedrigere Temperatur zeigten, als die übrigen Körpertheile, was durch Verdunsten des Secretes hervorgerufen wird.

Obwohl ich nicht aus eigner Anschauung die Thätigkeit der Haftscheiben der Säugethiere kenne, sondern alle diese Angaben der genannten Arbeit von Mohnike entnommen habe, so kann ich doch die Vermuthung nicht unterdrücken, dass wenigstens in dem einen oder andern Falle das Festheften nicht durch Luftdruck, sondern allein durch eine Flüssigkeit bewirkt wird. Wenigstens muss es auffallen, dass bei den Affen, während die Ballen (Pelotten) der Hand allein die napfförmige Vertiefung bilden, auch die Phalangen damit ausgerüstet sind. Ja beim Lemur finden sich nach Alix[2]) ausser den scheibenförmigen Pelotten der letzten Fingerglieder in der Hand warzenartige Papillen. Nach Mohnike liegt die Vermuthung nahe, dass die Papillen die Mündungen von Drüsen enthalten, und dass das Secret letzterer zum Festhalten an glatten oder steilen Flächen dienen könne, wie das der Hautdrüsen an der Brust einer Anzahl Arten von Bufo, z. B. Obstetricans.

1) cf. Mohnike l. c.

2) cf. Mohnike l. c.

Die Klippschliefer (Hyrax) sowohl, als auch viele der namhaft gemachten Affen leben in felsigen Gegenden, wo ihnen die Haftapparate beim Erklimmen steiler Felswände von grossem Nutzen sind.

Nachdem wir einen Blick auf die Saugscheiben geworfen haben, wollen wir uns zur Betrachtung der Apparate wenden, welche durch Ausscheidung eines Secretes allein, ohne Beihilfe des Luftdrucks die Thiere befähigen, an glatten senkrechten Flächen emporzukriechen oder gar auf der Unterseite wagrechter zu wandern.

Die Wirbelthiere haben nur wenige Repräsentanten aufzuweisen, von denen dies sicher constatirt ist.

Die eben ausgeschlüpften Anurenlarven besitzen nach Stöhr [1]) einen Klebeapparat, vermittelst welches sie sich zwar nicht fortbewegen, jedoch an Pflanzen festheften können. Der Apparat besteht (bei Bufo cinereus) aus langgestreckten, einzelligen Drüsen, welche ihr klebriges Sekret in einen Hohlraum entleeren. Aus diesem wird das Secret durch Flimmerhaare nach aussen befördert. Auch beobachtete Stöhr, dass sich junge Hechte an Pflanzen festkleben. Ihr Apparat gleicht dem der Anurenlarven und befindet sich unter dem Auge. Da diese Apparate jedoch nicht zur Weiterbewegung dienen, so sei ihrer nur beiläufig Erwähnung gethan.

Manchen Arten der Gattung Bufo wird durch ein an Brust und Bauch abgeschiedenes Secret das Erklimmen steiler glatter Flächen sehr erleichtert [2]).

Der Spelerpes (Geotriton) fuscus klettert an den steilen Felswänden der Grotten empor, kann sogar an den wagrechten Decken derselben mit dem Körper nach unten hängend umherwandern und zwar nur in Folge der Abscheidung eines den ganzen Körper be-

1) Sitzungsber. der phys.-med. Gesellschaft in Würzburg 1881, No. 8, p. 118.

2) cf. Mohnike l. c.

deckenden Schleims. Fasst man das Thier an, so bleibt es an den Fingern kleben [1]).

Besonders ist es der Laubfrosch (Hyla), welchen ein Secret befähigt, gegen seine Schwere mit Leichtigkeit umherzuklettern. Dieses Thier kann sich nicht allein an glatten Zweigen festklammern, sondern ebenso, wie wir dieses bei den Insecten sehen werden, an einer senkrechten Glasscheibe emporklettern. Ja es ist im Stande, gegen eine senkrechte Fläche springend, sich an derselben festzusetzen. Hält man einen Laubfrosch auf der Hand gegen eine Fensterscheibe, so springt er dagegen und befestigt sich an ihr. Nur bisweilen gleitet er eine kleine Strecke hinab.

Es leuchtet wohl ein, wie wichtig diese Fähigkeit für das Leben dieser sich auf Bäumen und Sträuchern aufhaltenden Thiere ist, welche, ohne mit Krallen ausgerüstet zu sein, von einem Ast zum andern springen.

Lange hielt man die Haftballen an den Zehenspitzen für Saugscheiben, ja in neueren Handbüchern findet man noch diese Ansicht vertreten. v. Wittich [2]) zeigte, dass die Erscheinung nicht auf Saugscheiben, sondern lediglich auf Ausscheidung einer Flüssigkeit zurückzuführen sei, welche hauptsächlich in Folge der Capillarattraction, nur zum geringeren Theil durch Klebrigkeit des Secretes wirke. Leydig bestätigte zwar die Beobachtung v. Wittich's, dass es ein Secret sei, welches die Anheftung bewirke, sprach jedoch die Vermuthung aus, dass vielleicht neben dem Secret auch die einzelnen Zellen der Epidermis zur Befestigung dienen, indem jede Zelle wie eine Saugscheibe wirke. Später [4]) hat Leydig diese Ansicht wohl aufgegeben, da er nur vom Secret spricht, welches die Anheftung bewirke.

Bei der stärksten Luftverdünnung sitzt ein Laubfrosch ebenso

---

1) Wiedersheim, Die Kopfdrüsen der geschwänzten Amphibien und die Glandula intermaxillaris der Anuren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 27, 1876, p. 36.

2) Archiv f. Anat. u. Phys. 1854, p. 177.

3) Organe eines sechsten Sinnes, zugleich als Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues der Haut bei Amphibien und Reptilien. Nova Acta 1868. Bd. 34. v. Wittich und Leydig sind die ersten und wohl auch einzigen, welche den innern Bau der Zehenballen des Laubfrosches untersuchten.

4) Archiv f. mikrosk. Anatomie 1876, p. 217. — Ueber die allgemeine Hautbedeckung der Amphibien.

fest an dem Recipienten der Luftpumpe, wie bei gewöhnlichem Luftdruck, desgleichen an sehr feinem klarem, senkrecht gehaltenem Zeuge, welches seiner Durchlässigkeit wegen ein Verdünnen der Luft doch wohl unmöglich macht. Ausserdem finden sich in den Zehenballen keine Muskeln, welche sie als Saugscheibe functioniren lassen könnten. Bei den Säugethieren finden sich zwar auch keine directen Muskeln; doch stehen da mehrere Ballen im Kreise beisammen, so dass sie einen luftdicht abgeschlossenen Hohlraum bilden können, was beim Laubfrosch nicht der Fall ist. Es ist also nicht anzunehmen, dass der Ballen des Laubfrosches als Saugscheibe wirkt.

Würde jede Zelle der obersten Epidermisschicht als Saugscheibe functioniren, so müsste ja das Thier zu der Zeit, wenn die obersten Zellen absterben, d. h. wenn eine Häutung vorbereitet wird, nicht klettern können, was jedoch nicht der Fall ist. — Es ist also weiter nichts als das Secret, welches die Befestigung bewirkt.

Bindet man einen Laubfrosch in Zeug ein, so dass nur ein Vorderfuss herausragt und streicht mit einem Glasstück über die Unterseite der Ballen, so nimmt man schon mit blossem Auge das auf dem Glase zurückbleibende Secret wahr.

Betrachten wir den Bau eines Ballens und der darin befindlichen das Secret absondernden Drüsen.

Während der Ballen auf der Ober-(Rücken-)Seite (Fig. 10 a) in Folge der vortretenden Phalangenspitze (d) einen Höcker zeigt, besitzt er auf der unteren, der Sohle (b), eine regelmässige Wölbung. Eine Furche (c), von Leydig Ringfurche genannt, bildet die Grenze zwischen der Ober- und Unterseite.

Die Epidermis der Sohle besteht aus 6—8 übereinanderliegenden Zellschichten. Die Zellen der äusseren Schichten sind viel länger als die der innern; alle besitzen einen Nucleus und Nucleolus. Bei den innern sind die Zellgrenzen nie so deutlich als bei den äusseren wahrzunehmen. Bei Thieren, welche im Begriffe standen, sich zu häuten, was man an den Schnitten daran erkennt, dass sich die äussere Zelllage der Epidermis abhebt, sah ich die Kerne der innern Schichten oft lang ausgezogen. Das Kernkörperchen hatte sich bereits getheilt. Die Zellen der äussern, während der Häutung gelockerten Zellschicht haben an Länge bedeutend abgenommen.

Die Zellen der äussersten Epidermisschicht erheben sich mit ihren Enden plateauartig über die Fläche der Sohle und zwar sind diese Zellen mit ihrem plateauartigen Gipfel meistens nach der Spitze des Zehes zu übergelegt. Von der Sohlenfläche aus betrachtet zeigen die Zellen eine sechseckige Gestalt (Fig. 11).

Auf der Ober-(Rücken-)Seite des Zehenballens (Fig. 10 a) besteht die Epidermis zwar auch aus mehreren Zelllagen, doch sind die Zellen nicht so lang als auf der Sohle. An der inneren Schicht sind die Zellgrenzen auch nicht deutlich. Die Phalangenspitze (Fig. 10 d) reicht bis zur Hälfte des Zehenballens. Unter der Epidermis liegt eine schwarzbraune Pigmentschicht. Sie befindet sich nur auf der Oberseite (a), nicht auf der unteren (b). In der der Epidermis sich anlegenden Cutis liegen auf der Oberseite des Zehenballens, wie auf dem ganzen Körper die kugligen Schleimdrüsen eingebettet. Dieselben bestehen aus länglichen oder kubischen Zellen mit kugligem oder ellipsoidischem Kern am Grunde der Zelle. Zwischen ihnen zeigen sich die grösseren mit gelblichem körnigem Inhalt erfüllten Drüsen, der „Körnerdrüsen" (Engelmann)[1]. Bei letzteren habe ich nie ein Drüsenepithel wahrgenommen, höchstens zeigten sich noch die Kerne der ehemaligen Drüsenzellen.

Die hintere Hälfte des Ballens wird im Innern von den Drüsen eingenommen, welche das zur Befestigung dienende Secret absondern (Fig. 10 e, 12 e). Sie sind im Bindegewebe (Fig. 12 i) eingebettet, entsprechen den kugligen Schleimdrüsen der Rückenseite und der übrigen Körperhaut und sind auch wohl aus letzteren entstanden. Zwischen ihnen verlaufen unzählige feine Blutgefässe (Fig. 10 f, 12 f), welche von einem Hauptstamme (Fig. 10 f') ausgehen.

Kleinere Ballen tragen auch die übrigen Zehenglieder. Auch in ihnen sind an Stelle der kugligen Schleimdrüsen schlauchartige getreten, wenngleich letztere denen in den Spitzenballen an Länge nie gleichkommen.

Ebenso sind in den Zehenspitzen des Wasserfrosches (Rana temporaria) die Hautdrüsen schlauchförmig gestaltet, so dass wir annehmen müssen, auch hier dienen die Drüsen einem ähnlichen Zweck. Sie sind viel spärlicher und auch nicht so lang als beim

1) Die Hautdrüsen des Frosches. — Dies Archiv Bd. 5, 1872.

Laubfrosch. Der Apparat steht auf einer viel niedrigeren Entwickelungsstufe. Doch wird er auch auf dieser niederen Stufe der Ausbildung dem Besitzer von Nutzen sein, wenn dieser aus dem Wasser gegen steile Ufer oder schräge Flächen von Steinen springt.

Nach Leydig[1]) finden sich auch in den Zehenspitzen von Salamandra atra schlauchartige Drüsen, so dass dieser Apparat vielen Amphibien eigenthümlich zu sein scheint, wenngleich er nie so entwickelt ist, als beim Laubfrosch.

Die Drüsen (Fig. 10 e, 12 e) in den Spitzenballen des Laubfrosches sind also lang gestreckt, schlauchartig, besitzen eine Tunica propria und werden von ebensolchen Epithelzellen zusammengesetzt, wie die Schleimdrüsen auf der Oberseite des Ballens; wenigstens habe ich einen Unterschied nicht wahrnehmen können. Die Zellen sind länglich oder mehr kubisch. Oft sah ich dieselben bei Schnitten nach dem Drüsenlumen vorgewölbt, andere sind wieder etwas eingedrückt. Pikrokarmin wurde von den Drüsenzellen nur in geringem Grade angenommen, die Kerne färbten sich stark. — Betrachet man das Drüsenepithel von der Oberfläche, welche dem Drüsenlumen zugekehrt ist, so sieht man, dass die Zellen meistens sechskantig sind (Fig. 13 D). Der Kern liegt am Grunde der Zelle, zeigt mehrere Körner in sich und ist von kugliger oder etwas ellipsoidischer Gestalt. Isolirt man die Zellen, indem man feine, in Paraffin angefertigte Schnitte, frische Drüsen oder solche, welche in 5% neutralem chromsaurem Ammoniak 24 Stunden macerirten, zerzupft, so sieht man, dass sie an ihrer Basis in ein oder zwei spitze Fortsätze auslaufen (Fig. 13 C).

Die schlauchförmigen Drüsen münden nicht, wie Leydig[2]) sagt, in der Ringfurche aus, sondern über die ganze Sohle zerstreut (Fig. 10 g), besonders zahlreich an der Wurzel des Ballens. Wie bei den übrigen Hauptdrüsen ist auch bei diesen der Ausführungsgang mit einer Cuticula ausgekleidet, welche bei einer Häutung an der abgestossenen obersten Epidermisschicht hängen bleibt. Dieses Intimarohr des Drüsenausführungsganges (Fig. 11 b) tritt zwischen den Epidermiszellen mit meistens ellipsenförmiger Oeffnung (Fig. 11 a) nach aussen.

1) cf. Wiedersheim, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 27, 1876, p. 38.

2) Nova Acta l. c.

Die vordere, von maschigem Bindegewebe erfüllte Hälfte des Ballens birgt Lymphe. Diese sowohl, wie auch die Blutgefässe erhalten den Ballen polsterartig und nachgiebig, was natürlich nöthig ist, soll sich die Epidermis kleinen Unebenheiten anschmiegen.

Sehr ähnliche Ballen, wie der an den Zehen des Laubfrosches finden wir an den Tarsalgliedern der Orthopteren wieder. Auch bei letzteren wird der Ballen jedenfalls durch Blutflüssigkeit strotzend erhalten, wenngleich hier, besonders an den Lappen der Spitze, auch die blasenförmig erweiterten Tracheen elastisch wirken. Bei beiden kann man die Ballen nach dem Tode platt zusammendrücken.

Nach Leydig[1]) erinnern die schlauchartigen Drüsen in den Zehenballen sehr an die Drüsen im Daumenballen des Froschmännchens, welche nach Walter[2]) dazu dienen, durch Abscheidung eines schleimigen Secretes die Reibung abzuschwächen und eine durch die Reibung hervorgerufene Entzündung an der Brust des Weibchens zu verhindern.

Aehnliche Vorrichtungen finden wir bei den Insecten, doch haben sie da wohl mehr den Zweck, durch Abscheidung eines Secretes die Vorderbeine des Männchens am weiblichen Körper gut zu befestigen. Die männlichen Vorderschienen von Stenobothrus sibiricus tragen nämlich blasige Auftreibungen, in welchen sich nach Pagenstecher[3]) grosse, einzellige mit Nerven ausgestattete Drüsen finden.

Am verbreitetsten ist die Fortbewegung an glatten senkrechten Flächen vermittelst eines Secretes unter den Gliederthieren und zwar speciell unter den Insecten.

Von jeher hat es die Bewunderung der Forscher erregt, dass es den Insecten möglich ist, an glatten Pflanzentheilen, ja sogar an senkrechten Glasscheiben, wie wir dieses bei unsern Stuben-

1) Nova Acta l. c.

2) Mikroskop. Untersuchungen der am Vorderfuss des Froschmännchens befindlichen Drüsen. Verhandlungen des nat. Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. Bd. 8, 1851, p. 356.

3) Archiv f. Naturgesch, 1864, p. 26 ff., t. 1.

fliegen täglich beobachten können, umherzuwandern. Sehr verschiedene Ansichten sind hierüber geäussert und sonderbarer Weise scheint die richtige die älteste zu sein.

Bald schrieb man (Hooke)[1]) es Rauhigkeiten und einem Rauchüberzuge an der Oberfläche des Glases zu, an welchen sich die feinen Härchen der Füsse festsetzen sollten. Die Haftlappen an der Fussspitze der Mücke seien auf ihrer Unterseite mit hakenförmigen Härchen besetzt, welche diesen Lappen das Ansehen einer Wollkardätsche verleihen. Mit diesem Apparat hake sich das Insect an den Unebenheiten des Glases fest. Doch sind weder die Härchen hakenförmig, noch besitzt das Glas derartige Unebenheiten, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man Fensterglas unter dem Mikroskop besichtigt; was den Rauchüberzug anbelangt, so klettern die Thiere ebensogut an ganz rein geputztem Glase.

Dann meinte man, dass die Haftläppchen wie Saugnäpfe wirkten. Diese Ansicht war sehr verbreitet und findet sich auch in den älteren Handbüchern vertreten. So sagt Burmeister[2]): „die Haftläppchen wirken wie Saugnäpfe. Daher können mit ihnen versehene Kerfe (z. B. die Fliegen) hängend an schwebenden Gegenständen mit Leichtigkeit hin- und herlaufen."

Diese Theorie ist ebenso unhaltbar, da sich im Innern der Haftlappen und Ballen keine Muskeln finden, welche zum Functioniren einer Saugscheibe nöthig sind.

Bei den Säugethieren finden sich zwar auch keine directen Muskeln, doch stehen da mehrere Ballen beisammen, so dass sie einen luftdicht abgeschlossenen Hohlraum bilden können, der durch Anpressen verkleinert, durch Elasticität der Ballen vergrössert wird, was bei den Insecten nie der Fall ist. Ausserdem sind die Sohlen der Insecten oft mit Härchen besetzt, welche senkrecht auf der Sohle stehen und mit Ausnahme der Spitze steif und fest sind, so dass ein luftdichter Abschluss des Randes der Lappen, was bei einer Saugscheibe auch nothwendig ist, unmöglich wird.

Schon im Jahre 1834 zeigte Blackwall[3]), dass die ver-

---

1) cf. Kirby und Spene, Einleitung in die Entomologie. Deutsche Ausgabe. Bd. II, 1824, p. 364.

2) Handbuch der Entomologie Bd. I, p. 114.

3) Transact. Linnean Soc. XVI, 1833, p. 487 ff. t. 31 und p. 767 ff. —

mittelst der Haftlappen kletternden Insecten unter der Luftpumpe an der senkrechten Wand des Recipienten ebenso gut umherlaufen, wie unter gewöhnlichem Luftdruck. Nach ihm ist es ein Klebestoff, durch den die Füsse des Thieres an den senkrechten Flächen angeleimt würden. Er fand die Spuren dieses Stoffes an Glasscheiben, an welchen Insecten emporgeklettert waren. Doch scheint diese Ansicht schon lange vor Blackwall geäussert zu sein, wenngleich er der erste war, welcher sie durch Experimente begründete. So wird in einem bereits am Anfange des vorigen Jahrhunderts erschienenen Roman von Swift, Gullivers Reisen, von einer klebrigen Materie gesprochen, welche nach Aussage der Naturforscher die Fliegen befähige, an den Zimmerdecken umherzulaufen [1]). Auch schreiben Kirby und Spence [2]): „dass Mücken an senkrecht stehendem Glas, und überhaupt gegen ihre Schwere gehen können, ist lang eine Quelle der Verwunderung und Untersuchung gewesen, und sehr verschieden waren die Meinungen der Gelehrten darüber. Einige sahen die Saugnäpfe an den Füssen dieser Thiere für Schwämme an, mit einer Art Kleber gefüllt, durch den sie an solchen Oberflächen sich halten könnten."

Man scheint aber zu dieser Theorie, dass sich die Insecten festkleben, wenig Zutrauen gehabt und der Lehre von den Saugscheiben den Vorzug gegeben zu haben. So äusserte sich z. B. v. Siebold [3]), dass die Richtigkeit der Behauptung noch einer genaueren Prüfung bedürfe. Ja, Tuffen West [4]) kehrte im Jahre 1862 wieder zu der Ansicht zurück, dass Luftdruck die Befestigung bewirke. Er räumte zwar ein, dass ein Secret mitwirke, behauptete jedoch, dass die Spitzen der einzelnen, die Sohlen besetzenden Härchen als Saugscheiben fungirten, indem die Höhlung an der Spitze der Härchen durch Niederdrücken verkleinert und dann durch Elasticität wieder vergrössert werde.

Annals Nat. Hist. XV, 1845, p. 115. — Müllers Archiv f. Anat. etc. 1834, p. 76. — Erichson, Bericht über die wissensch. Leistungen im Gebiete der Entom. während 1845, p. 7.

1) Diese Notiz verdanke ich Herrn Prof. Ascherson in Berlin.

2) Einleitung in die Entomol. Deutsche Ausgabe, Bd. II, 1824, p. 363.

3) Lehrbuch der vergl. Anat. I, 1848, p. 563, Anmerk. 4.

4) Transact. Linn. Soc. XXIII, 1862, p. 393—419, t. 41—43. — The foot of the Fly, its structure and action; elucidated by comparison with the feet of other Insects.

Tuffen West vergisst, dass viele sehr gut an Glas kletternde Insecten, wie z. B. viele Orthopteren, glatte haarlose Ballen besitzen, welche auch der Muskeln im Innern entbehren.

So kam es denn wohl, dass die Autoren der neueren Handbücher durch diese widersprechenden Angaben in Ungewissheit gelassen überhaupt keine Erklärung für diese Erscheinung geben.

Meine Untersuchungen haben mich belehrt, dass Blackwell insofern vollkommen Recht hat, als es eine Flüssigkeit ist, welche das Festheften bewirke. Oft mag dieselbe ja, wie dieses v. Wittich vom Laubfrosch und Rombouts [1]) von den Fliegen sagt, hauptsächlich in Folge der Capillarattraction wirken; in vielen Fällen, so bei den Larven ist sie jedoch jedenfalls nebenbei klebriger Natur.

Um äusserlich den Klettermechanismus zu studiren, klebte ich ein Deckgläschen mit einem Rande an das Ende eines Objectträgers, so dass ersteres die Fortsetzung des letzteren bildete. Das zu beobachtende Insect wird auf der unteren Seite des auf vier angeklebten Korkfüssen ruhenden Objectträgers befestigt, indem man das eine Ende eines schmalen Papierstreifens auf die Flügel oder den Rücken des Thieres, das andre Ende an die untere Seite des Objectträgers klebt. Natürlich muss man einen sehr schnell trocknenden Klebestoff verwenden.

Wird der Streifen auf die Flügel geklebt, so kann man auch Siegellack verwenden, indem man die Flügel vom Körper mit dem Finger oder einer Nadel abhebt, bis der Siegellack erkaltet ist; wird der Papierstreifen jedoch auf dem Hinterleibe befestigt, so würde die heisse Masse das Thier verletzen. Die Höhe der Korkstückchen muss natürlich diejenige des zu beobachtenden Insects ein wenig übertreffen, damit dieses nicht gedrückt wird. Stärke, Länge und Breite des Papierstreifens richten sich nach der Grösse des Insects. Der Papierstreifen muss an dem Objectträger so

---

1) Nachdem ich diese Arbeit bereits abgeschlossen hatte, erschien die Abhandlung von Dr. J. E. Rombouts, De la faculté qu'ont les mouches de se mouvoir sur le verre. — Extrait des archives du musée Teyler, sér. II, quatrième partie, 1883. Wenn P. glaubt, man nehme allgemein an, die Fliegen klettern vermittelst eines Secretes (Klebestoffes), so irrt er. Die meisten Handbücher schweigen überhaupt hierüber und diejenigen, welche etwas äussern, sprechen von Saugscheiben.

befestigt sein, dass das Thier oder wenigstens der vordere Theil desselben sich unter dem Deckgläschen befindet.

Sollte das Insect oftmals sämmtliche Beine vom Glase abheben und in Folge dessen herabsinken, so hilft man diesem Uebelstande ab, indem man einen Faden lose um das Thier und den Objectträger einige Male wickelt.

Diese Vorrichtung setzt man auf den Tisch des Mikroskopes, so dass also die Bauchseite des Insects nach oben gekehrt ist, und man die untere Seite der Haftlappen betrachten kann.

Das auf dem Rücken liegende Thier sucht sich nun dadurch zu befreien, dass es die Vorderbeine vorstreckt, die Sohle der Unterseite des Deckgläschens anlegt und sich bemüht, den Körper nachzuziehen. Da dieses nicht gelingt, so zieht es allmählich das mit der Sohle noch immer dem Deckgläschen angelegte Bein wieder an den Körper heran. Das Deckgläschen gestattet seiner geringen Dicke wegen auch ein Beobachten der Fusssohle mit scharfen Vergrösserungen.

Man sieht dann deutlich an den Spitzen der Härchen, welche den Haftlappen, z. B. bei einer Musca erythrocephala, besetzen, Tröpfchen einer glashellen Flüssigkeit. Wird das Bein vom Thier angezogen, so sieht man, wie die Spitze jedes der Härchen am Glase einen Faden der glashellen Flüssigkeit zieht. Auch bemerkt man, wenn der Haftlappen abgehoben wird, die kleinen zurückgelassenen Tröpfchen. Stehen die Härchen in regelmässigen Reihen, wie bei Musca, so bleiben die Tröpfchen in derselben regelmässigen Anordnung zurück, welche die Härchen einnehmen.

Auch beobachtete ich die Sohlen in folgender Weise: die Flügel des Insects, z. B. einer grossen Fliege, bestrich ich mit schnelltrocknendem Klebemittel, Fischleim u. dgl., liess das Thier in ein wagrechtliegendes Glasrohr oder Reagenzgläschen kriechen und drückte mit einem schmalen Messer die Flügel gegen die Decke des Glasrohres, wodurch das Thier festgeleimt wird. Der Durchmesser des Gläschens muss nur so gross sein, dass das Insect gerade hinein kann. Ist der Klebestoff erhärtet, so bringt man das Glasrohr so unter das Mikroskop, dass die Bauchseite des Insects nach oben gerichtet ist. Letzteres tastet nun mit den Füssen unaufhörlich an den Wänden umher und befestigt die Haftlappen, um sich aus der unangenehmen Lage zu befreien. — Doch eignet sich diese Methode nur für schwächere Vergrösserun-

gen, da die Wölbung des Glasrohrs das Verfolgen des fast in steter Ortsveränderung begriffenen Fusses bei starker Vergrösserung sehr erschwert.

Betrachten wir nun näher die Einrichtungen, welche die Insecten zum Klettern durch das Secret befähigen. Sehr mannigfach ist die Bildung der das Klettern vermittelnden Tarsalglieder [1]). Bald sind sie lappenartig nach beiden Seiten verbreitert und unten mit gleichlangen Haaren besetzt, so dass sie einer Bürste gleichen, wie wir dieses besonders bei den Käfern finden. Oder sie sind ganz haarlos und ballenartig gestaltet, wie z. B. bei vielen Orthopteren. Bei den Fliegen und Wanzen sind es nur die zwischen den Krallen stehenden Blättchen, welche als Haftapparat fungiren; während sie jedoch bei den Fliegen behaart sind, zeigen sie sich bei den Wanzen ganz haarlos. Auch die Gestalt der Härchen ist eine sehr verschiedene und nur darin stimmen wohl alle überein, dass sie an der Spitze sehr weichhäutig und meistens verbreitert sind (Fig. 1). Doch finden sich auch zugespitzte, wie bei Telephorus (Coleopteron) (Fig. 2 h, 3 h). Nur an den beiden vorderen Lappen sind die Härchen auch bei diesem Thier an der Spitze verbreitert.

Die Härchen werden der Länge nach von einem Kanal durchzogen (Fig. 1 i''), welcher entweder an der Spitze (Fig. 1 i''') oder unterhalb derselben ausmündet. Gut sah ich die Oeffnung an grossen exotischen Rüsselkäfern, Entimus, Eupolus (Fig. 1). Die Haare wurden mit einer Nadel von der Sohle des Käfers gekratzt und in verschiedenen Substanzen, Wasser, Alkohol, Glycerin, Gelatine, Kanadabalsam beobachtet. Bei anderen Präparaten färbte ich die Haare vor dem Abkratzen mit Hämatoxylin oder Anilinroth. Einzelne Haare liegen so, dass die Oeffnung nach oben gerichtet ist. Auch sieht man bei Haaren, besonders gefärbten, welche so liegen, dass die Oeffnung seitwärts gekehrt ist, dass der Kanal nach aussen tritt. Am besten nimmt man dieses bei fast ganz ab-

1) Kirby und Spence, Einleitung in die Entomologie. Deutsche Ausgabe. Bd. II, 1824, p. 361—374 beschreiben die Haftlappen und Ballen der verschiedenen Insectenordnungen und der Milben. Tuffen West hat diese Einrichtungen sehr eingehend bei verschiedenen Insectenordnungen und Milben, besonders bei den Coleopteren und Dipteren beschrieben und durch Abbildungen erläutert. — Transact. Linn. Soc. XXIII, 1862, p. 393—419, t. 41—43.

geblendetem Lichte wahr. Natürlich gelingt es nicht bei jeder beliebigen Art, die Ausmündung zu sehen[1]).

Auch Querschnitte, welche ich von den Tarsalhaaren sehr grosser exotischer Bockkäfer anfertigte, zeigten aufs deutlichste den Kanal im Innern des Haares.

An den sich zu Bürsten aneinander reihenden Haaren sitzen oft sowohl bei lebenden, als auch bei den schon jahrelang trocken conservirten Thieren unzählige Klümpchen des erhärteten Secrets, so dass z. B. bei Bockkäfern, welche ich untersuchte, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Haaren durch ein Pulver ausgefüllt erschienen.

Die Einrichtung im Innern der Tarsalglieder, den Heerd des Secrets, untersuchte ich an verschiedenen einheimischen und exotischen Locustiden und an unserem Telephorus (Coleopteron).

Durchschneiden wir ein Tarsalglied des letzteren (Fig. 2), so finden wir folgende Verhältnisse: die Oberseite ist gewölbt, dunkelbraun, stark chitinisirt (Fig. 2 ch), die untere gerade ausgespannt, viel heller und elastischer (Fig. 2 ch'). Die Starrheit des Chitins hängt durchaus nicht von der Dicke der Schicht ab, sondern wohl davon, wie viel weiche, flüssige Stoffe demselben beigemischt sind.

Auf der Mittellinie springt die Chitindecke leistenartig ins Innere des Tarsalgliedes hinein (Fig. 2 x). Neben der Leiste verläuft jederseits eine den Hohlraum des Tarsalgliedes in Abtheilungen scheidende Haut (Fig. 2 b) und unter der Leiste eine Chitinsehne (Fig. 2 s), welche sich dem vordersten Tarsalgliede ansetzt und das Krümmen des Tarsus bewirkt. Am entgegengesetzten Ende, am unteren Ende des Unterschenkels, inseriren sich der Sehne Muskelbündel, welche das Anziehen der Sehne und Krümmen des Tarsus hervorrufen.

Neben der Leiste verlaufen Nerven, wie auch Tracheenstämme (Fig. 2 t und n), welche sich nach beiden Seiten verzweigen (Fig. 2 t' und n'). Einige der Nervenzweige schwellen an der Sohle zu einer grossen, in einen Hals ausgezogenen, kugligen oder ellipsoi-

1) Auch andere Haare sind mit einem an der Spitze ausmündenden, das Secret einer Drüse ableitenden Kanal versehen. So die bisweilen zu Haaren umgebildeten Duftschuppen auf dem Flügel der Schmetterlinge. Steht die Drüse mit einer Schuppe in Verbindung, so nimmt man auf letzterer eine grössere Anzahl von Oeffnungen wahr (Weismann, zool. Anzeiger I, p. 98).

dischen, zwei- oder mehrzelligen Ganglienkugel an (Fig. 2 n''). Der Hals setzt sich der Basis eines Haares an (Fig. 2 h'). Es sind dieses jedenfalls Tastapparate, welche bereits vor längerer Zeit von Leydig[1]) beschrieben wurden. Die mit ihnen in Verbindung stehenden Haare (Fig. 2 h'), die Tasthaare, sind länger als die übrigen, die Hafthaare (Fig. 2 h). Wenn letztere in Function treten, werden erstere jedenfalls durch festes Andrücken des Tarsus an die Unterlage umgebogen, damit die Spitzen der Hafthaare den Gegenstand berühren und sich an demselben befestigen können. An den beiden Seiten der Tarsalglieder stehen die Tasthaare dichter, sehr vereinzelt auf der Fläche der Sohle.

Die Hafthaare werden, wie bereits gesagt, von einem, bei Telephorus nur schwer wahrnehmbaren Kanal durchzogen. Die Wurzel des Haares steckt in der Chitinschicht der Sohle (Fig. 3 ch'). Ein grosser Theil der Matrixzellen der Sohle erhebt sich über die Fläche der Matrix (Fig. 2 und 3 m') und ist zu Drüsen (Fig. 2 und 3 dr) umgebildet.

Auch diese Hautdrüsen der Tarsalglieder der Käfer hat Leydig[2]) schon vor langer Zeit entdeckt, doch ist meines Wissens bisher ihr Zweck noch nicht ermittelt.

Die Drüsen (Fig. 2 und 3 dr) sind entweder kuglig oder ellipsoidisch und in einen Hals ausgezogen, welcher sich der Basis des Haares inserirt. Da der Hals der Drüsen von sehr verschiedener Länge ist, so stehen dieselben nicht allein dicht neben, sondern auch über einander. Die Drüse ist von einer structurlosen Haut (Fig. 3 tp) umgeben. Deutlich sieht man diese Haut, wenn man die Drüsen durch Alkohol erhärtet, wodurch das Protoplasma zusammengezogen und von der Tunica abgehoben wird. Sie ist wohl als die Fortsetzung der sogenannten Stützmembran der Matrix zu betrachten. Am Ende der Drüse liegt der Kern (Fig. 3 k), welcher ein oder mehrere Kernkörperchen zeigt.

Ein Theil dieser Drüsen ist also einzellig. Doch sieht man in anderen 2 bis 3 Kerne. In diesem Falle haben sich 2 bis 3

---

1) Zur Anatomie der Insecten. Müller's Archiv f. Anat., Phys. etc, 1859, p. 154. — Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten l. c. 1860, p. 266.

2) Zur Anatomie der Insecten. Müller's Archiv f. Anat., Phys. etc. p. 35 und 38.

Zellen zu einer Drüse vereinigt und werden von einer gemeinschaftlichen Membran umschlossen. Während ich bei frischen Drüsen (Fig. 3 H) die Zellgrenzen nicht wahrnehmen konnte, sah ich sie aufs deutlichste bei gefärbten (Fig. 3 K).

Bisweilen sah ich an der Seite einer Drüse einen sehr feinen Tracheenast endigen und am Basalende derselben eine sehr feine Faser, die wahrscheinlich ein Nerv ist, doch habe ich den Zusammenhang mit stärkern Nervenstämmen oder Ganglien bisher noch nicht constatiren können. Dass Drüsenzellen mit Nervenfasern im Zusammenhang stehen, ist für die Insecten von Kupfer[1]) und Joseph[2]) nachgewiesen.

Ueber das in Folge der Thätigkeit veränderte Aussehen der Drüsen werde ich am Schluss dieser Arbeit sprechen.

Ganz anders als beim Telephorus fand ich die Verhältnisse bei den Locustiden, Dectricus, Thamnotrizon, Eugaster und andern.

Durchschneiden wir der Quere nach ein Tarsalglied (Fig. 4), so finden wir zu äusserst eine Chitinschicht, welche auf der Unterseite, der Sohle (Fig. 4 ch', ch''), zwar viel dicker ist, als auf der Oberseite (Fig. 4 ch), jedoch viel weniger gebräunt und viel weicher und biegsamer, was dadurch bewirkt wird, dass die Chitinhaut der Sohle nicht eine zusammenhängende feste Schicht bildet, sondern aus unzähligen feinen Röhrchen zusammengesetzt ist (Fig. 4, 5, 6 ch').

Die Matrix (Fig. 4 m) legt sich auf der Sohle in Längsfalten (Fig. 4 m' und 5 m'), so dass ihre Fläche und auch die Anzahl ihrer, hier als Drüsen fungirender Zellen dadurch beträchtlich vergrössert ist. Sowohl bei der Matrix des gewölbten Theils (Fig. 4 m) des Tarsus, als auch bei den Drüsen der Sohle sind die Zellgrenzen nur sehr schwach, meistens sogar gar nicht sichtbar. Desto deutlicher treten die Kerne hervor (Fig. 5 k). Zwischen den Drüsen und der Röhrchenschicht liegt eine lamellöse, lacunäre Chitinschicht (Fig. 4 und 5 ch''), welche sich auch in die Wülste der Drüsen hineinerstreckt (Fig. 4 und 5 ch'''). Das Secret gelangt also aus den Drüsen in die lamellöse Chitinschicht und aus dieser in das Lumen der Röhrchen, um dann nach aussen geführt zu werden, wo es dazu dient, die Oberfläche der Sohle zu benetzen und an dem Gegenstande, auf dem das Thier kriecht, zu befestigen.

1) Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. IX.

2) Zool. Anzeiger 1880, Bd. III, p. 326—328.

Die Röhrchen (Fig. 6 ch') berühren sich nicht, und entsenden feine Nebenästchen (Fig. 6 p); wenigstens sah ich dieses bei exotischen Arten. An ihrem äussersten Ende sind sie durch eine, die Sohle auf ihrer Oberfläche bekleidende Chitinschicht (Fig. 6 o) mit einander vereinigt und in dieser liegen also die Oeffnungen der Röhrchen. Man könnte geneigt sein, letztere als Analoga der sonst die Fusssohle besetzenden Härchen zu betrachten, welche hier durch Nebenästchen mit einander verbunden und an ihrer Spitze verschmolzen sind. Bei unserm Decticus verrucivorus L. lösen sich die Röhrchen vor ihrer Einmündung in die Sohle in feine Aestchen auf.

Der Hohlraum im Innern der Tarsalglieder wird durch Häute (Fig. 4 b) in mehrere Abtheilungen getheilt und der Länge nach von einem starken Tracheenaste (Fig. 4 t), wie auch von einer Sehne (Fig. 4 s) durchzogen. Wenngleich der Tracheenstamm an einzelnen Stellen, so besonders in den beiden vorderen, zwischen den Krallen gelegenen Lappen anschwillt, so thut doch jedenfalls auch die Blutflüssigkeit das ihrige, die Sohle strotzend zu erhalten. Dieses gilt nicht allein für die Orthopteren, sondern auch für viele der übrigen mit einem Secretapparat und weicher Sohle ausgerüsteten Insecten, da man die Sohle nach dem Tode oft eingefallen findet.

Die Stubenfliegen, welche ich unter dem Mikroskop beobachtete, liessen, wenn der Fuss abgehoben wurde, die Haftlappen schlaff herabhängen. Ich bin daher ebenso wie Tuffen West überzeugt, dass diese Haftlappen, welche zwischen den Krallen der Fliegen und vieler anderer Insecten stehen, nur dann strotzend gemacht werden und in Function treten, wenn das Thier an glatten senkrechten Flächen wandert. Wenn das Thier auf wagrechten nicht glatten Flächen oder an senkrechten rauhen geht, lässt es jedenfalls die Lappen schlaff herabhängen und gebraucht nur die Krallen. Gleichzeitig wird dann jedenfalls hier, wie bei allen übrigen vermittelst eines Secretes kletternden Insecten die Abscheidung desselben eingestellt.

Aehnliche Verhältnisse finden wir bei den Echinen. Wenn die Thiere auf flachem Boden gehen, gebrauchen sie ihre Stacheln, klettern sie dagegen an senkrechten Wänden, so bewegen sie sich vermittelst ihrer Saugfüsse, was man leicht beobachten kann, wenn man die Thiere in eine Schale mit Wasser setzt [1]).

---

1) Hoffmann, Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Nieder-

In der Röhrchenschicht der Sohle der Orthopteren stehen sehr vereinzelt dicke kegelförmige Chitinröhren, welche an ihrem äusseren Ende einige Borsten tragen. In den Kegel tritt der Hals einer sehr grossen ellipsoidischen Ganglienkugel. Ebenso wie bei Telephorus dient natürlich auch diese Vorrichtung als Tastapparat.

Auch selbst viele grössere Insecten sind im Stande an Glas, also auch an glatten Pflanzentheilen vermöge ihres Secretes emporzuklimmen. So vermag der mit langen Hörnern ausgerüstete Zimmerbock (Acanthocinus aedilis Linn.) sehr bequem an senkrechten Glaswänden zu kriechen. Dasselbe nahm ich wahr bei der fast flügellosen Locustide Thamnotrizon cinereus Fisch. Die Orthopteren gerade zeigen uns recht deutlich, wie mit dem Schwinden des Flugvermögens die Kletterfähigkeit zugenommen hat, sei es nun durch die Ausbildung sehr starker Krallen, wie bei den kletternden Lamellicorniern unter den Käfern, sei es durch starke Entwickelung des durch ein Secret wirkenden Haftapparates. Noch mehr nimmt natürlich das Klettervermögen zu, wenn auch das Sprungvermögen schwindet.

Es ist wohl die Mehrzahl der Insecten, welche vermittelst eines Secretes an glatten Flächen, Pflanzenstengeln und Blättern umherkriechen und sich so die nöthige Nahrung suchen kann.

Wie sollten kleine Insecten, welche auf glatten, harten Blättern leben, sich an denselben festhalten, um beim Weiterkriechen und besonders bei der Wanderung von einem Blatt über dessen Blattstiel und den Ast zum nächsten Blatt nicht herabzufallen. Wie würden z. B. die auf Weiden und Erlen lebenden kleinen Blattkäfer, wie auch ihre Larven so sicher auf dem über den Spiegel des schnell dahinfliessenden Baches hinüberragenden Gebüsch umherwandern, ohne in die Fluthen zu stürzen, besässen sie nicht das Vermögen, bei jedem Schritt ihre Füsse durch einfaches Andrücken zu befestigen. Unmöglich oder wenigstens höchst beschwerlich wäre es für die Thiere, wenn sie beim Wandern die kleinen zierlichen Krallen in die für diese Organe fast undurchdringliche Oberhaut vieler Blätter oder gar des glatten Stieles schlagen sollten. Natürlich werden sie, sobald es die Oberfläche gestattet, die Krallen in Anwendung bringen.

---

ländisches Archiv f. Zoologie, herausgegeben von Selenka. Bd. I, 1871. Separatum p. 82.

Wie behende klettern die meisten der mit einem solchen Apparat ausgerüsteten Thiere und wie schwerfällig sind dagegen die Bewegungen der ebenfalls auf Sträuchern und Bäumen lebenden, nur mit den Krallen kletternden Lamellicorniern, wie z. B. des Maikäfers! Diese Thiere haben das Leben auf dem Erdboden vielleicht erst in jüngerer Zeit aufgegeben und an ihren Tarsen hat sich der Apparat noch nicht ausgebildet, da die grosse Mehrzahl der kletternden Käfer mit demselben ausgerüstet ist. Ihre nächsten Verwandten, die Mistkäfer, leben heute noch auf dem Erdboden und haben natürlich keinen solchen Apparat. Daher lässt es sich wohl annehmen, dass die auf Pflanzen lebenden Lamellicornier erst in jüngster Zeit diese Lebensweise angenommen haben.

Auch bei der Befruchtung der Blüthen spielt jedenfalls dieses Secret eine nicht unwichtige Rolle, indem den mit dem Apparat ausgerüsteten Thieren das Umherkriechen an glatten Blüthentheilen bedeutend erleichtert wird und den nicht fliegenden Insecten auch das Wandern von einer Blüthe zur andern.

Für die springenden Insecten, besonders für diejenigen, welche auf Bäumen und Sträuchern leben, ist diese Einrichtung von grösstem Nutzen, wenngleich sie der fortschnellenden Kraft selbst ein Hinderniss entgegensetzt. Betrachten wir eine unserer springenden Cicadellinen, welche sich durch ihre Beweglichkeit auszeichnen, Ob die fortschnellende Kraft bei ihr in den Beinen oder im Hinterleibe oder in beiden liegt, habe ich trotz der grössten Bemühungen nicht ermitteln können, da der Sprung zu schnell ausgeführt wird. Zu der Annahme, dass der Hinterleib vielleicht beim Springen mitwirke oder hauptsächlich thätig sei, wurde ich, abgesehen davon, dass die Beine garnicht verdickt sind, durch die Beobachtung geführt, dass das Hinterleibsende beim Abspringen gegen die Unterlage und nach oben geschlagen wurde [1]).

Auch schlägt das Thier während des Abspringens mit den Flügeln. Nöthig zum Sprunge sind letztere jedoch nicht, denn

1) cf. Kirby und Spence, Einleitung in die Entomologie. Deutsche Ausgabe, Bd. II, 1824, p. 359. „Andere Kerfe hüpfen mittels des Bauches oder daranhängender Organe. Eine flügellose Gattung, welche zu den Schlupfwespen und zwar zur Sippe Cryptus Fabr. gehört, macht lange Sprünge, indem sie, wie Degeer denkt, zuerst den Bauch einbiegt und ihn dann mit Gewalt gegen die Standebene stösst."

ein Thier, welchem ich dieselben an der Wurzel abgeschnitten hatte, sprang so behende und weit, dass es mir entschlüpfte.

Doch dienen die Flügel beim Sprunge jedenfalls dazu, dem Körper die nöthige Drehung zu geben und zu bewirken, dass das Thier immer auf die Beine zu stehen kommt. Springt es z. B. von einer Wand eines senkrecht gestellten Glascylinders nach der entgegengesetzten, so muss es sich natürlich so drehen, dass der Seite, nach welcher beim Abspringen der Rücken gekehrt war, beim Niedersetzen der Bauch zugewendet ist. Während das unverletzte Thier alle Sprünge mit der grössten Sicherheit ausführt, fällt das der Flügel beraubte beim Springen oft auf den Rücken. Es ist also wohl anzunehmen, dass die Flügel dem Körper als Steuer dienen.

Obwohl nun diese, wie auch viele andere Insecten äusserst behende an Glas klettern, also einen sehr guten Haftapparat besitzen müssen, so ist doch die fortschnellende Kraft bei diesen, wie auch bei denen mit verdickten Hinterschenkeln eine so bedeutende, dass der Widerstand, welchen das von den Tarsalgliedern abgesonderte Secret darbietet, mit Leichtigkeit überwunden wird.

Stehen die Thiere auf einer wagrechten Fläche, so könnte der Apparat, wenn er überhaupt hier thätig war, kurz vor dem Sprunge ausser Function gesetzt werden. Doch springen sie von der Seitenwand eines senkrecht stehenden Glascylinders nach der entgegengesetzten ebensogut, wie auf wagrechter Ebene; und hier an der senkrechten Glaswand müssen sie den Apparat bis zu dem Augenblike wirken lassen, wo sie abspringen, da sie sonst herabfallen würden.

Es is also sicher, dass die beiden Kräfte, die festhaltende und die fortschnellende, in Concurrenz treten, wobei die letztere den Sieg behält. Obwohl also diese um etwas durch den Secretionsapparat verringert wird, so ist doch der Vortheil, den derselbe den springenden Insecten gewährt, jedenfalls bedeutend überwiegend. Mit dem Apparat können sie von jeder beliebigen Fläche, sei sie geneigt wie sie wolle, zu jeder andern Fläche springen und sich da augenblicklich befestigen, mögen die Flächen noch so glatt sein, wie z. B. viele Blätter und Stengel. Was würde es den auf Pflanzen lebenden, springenden Insecten nützen, falls sie nur auf wagerechten Flächen einen sichern Halt beim Springen hätten

und wenn sie auf glatte geneigte oder gar senkrechte Flächen hinaufspringen, herabfielen. Dies wäre aber ohne den Apparat sicher der Fall, da sich die Krallen nicht befestigen könnten.

Auch viele Insectenlarven benutzen zu ihrer Fortbewegung ein Secret, das sie dann meistens auch befähigt an glatten Flächen von jeder beliebigen Neigung zu wandern, wenngleich bei den Jugendstadien diese Art der Fortbewegung weit weniger verbreitet ist, als bei den Imagines.

Burmeister[1]) sagt über die Bewegung der madenartigen Dipterenlarven: „Der Gang der Maden, ohne Hülfe von Füssen, ist eigentlich ein blosses Fortrutschen auf der Bauchfläche, ein langsames Fortkriechen. Die Made verrichtet diese Bewegung dadurch, dass sie den Leib von hinten nach vorn zusammenzieht, und so das erweiterte, gleichsam aufgeschwollene Kopfende weiter hervortreibt. Dies so hervorgetriebene Kopfende fixirt sich dann vermittelst der untern, meistens etwas stärker hervorragenden Bauchfläche des ersten Körperringes, die also wie eine Art von Saugnapf zu wirken scheint, und zieht den übrigen Körper so weit als möglich nach sich. Das hintere Ende, welches in der Regel noch mit deutlich hervorragenden Fusswarzen versehen ist, fixirt sich dann ebenfalls, und nun schiebt sich der Leib von hier aus durch allmähliche, hinten beginnende Contraktion aller Ringe wieder vorwärts. Auf diese Weise wiederholt sich die abwechselnde Befestigung des Vorder- und Hinterendes so lange, als die Made in Bewegung begriffen ist. Wir finden diese Art der Bewegung bei allen fusslosen Maden der Zweiflügler."

Doch sind es auch hier nicht saugnapfartige Vorrichtungen. Ein Secret ist es vielmehr, mit dem sich diese Thiere während des Wanderns befestigen. Sämmtliche von mir beobachteten Muscidenlarven gebrauchen ein solches zu ihrer Fortbewegung. Sie stossen aus der Mund- und Afteröffnung eine klebrige Flüssigkeit aus, mit der sie abwechselnd das vordere und hintere Ende befestigen. Bringt man eine Muscidenlarve auf eine Glasplatte, so sieht man wie sie den Körper vorstreckt, am hintern Ende festsitzend, dann das vordere Ende durch die aus der Mundöffnung ausgestossene Flüssigkeit dem Glase anheftet und jetzt das hintere Ende nachzieht und durch eine aus dem After ausgestossene Flüs-

---

1) Handbuch der Entomologie I, p. 486.

sigkeit befestigt. So bewegt sie durch Vorschieben und Nachziehen den Körper weiter. Ohne diese beiden festen Punkte, von denen niemals beide zu gleicher Zeit gelöst werden, wären die Larven wohl nicht im Stande, sich auf dem Bauche zu erhalten, indem der drehrunde Körper auf die Seite oder gar auf den Rücken rollen würde. Welchen Ursprung die aus Mund und After ausgestossene Flüssigkeit hat, ob die eine Speichel ist, die andere zu den Excrementen gehört, weiss ich nicht. Drüsen, welche diese Producte ausscheiden könnten, habe ich bisher weder in der Nähe des Mundes, noch des Afters wahrgenommen.

Am besten kann man diese Manipulation des Befestigens wieder beobachten, wenn man kleine Maden, z. B. von Musca erythrocephala (Schmeissfliege) auf der Unterseite eines auf Korkfüssen ruhenden Glasstückes kriechen lässt und sie hierbei unter dem Mikroskop betrachtet, das Glasstück so schiebend, dass die Made immer im Gesichtsfelde bleibt. Man sieht dann auch deutlich das zurückgelassene glashelle Secret. Da hier dasselbe Secret nicht wie bei den Imagines fein zertheilt ist, sondern in grösserer zusammenhängender Masse zurückgelassen wird, so kann man eine schwächere Vergrösserung und ein Glasstück von der Dicke gewöhnlichen Fensterglases in Anwendung bringen. Erwachsene Maden von Erythrocephala waren ihres Körpergewichtes wegen nicht im Stande auf der Unterseite des Glases sich zu halten, wenngleich sie auf der Oberseite desselben sich ebenfalls durch das Secret mit Leichtigkeit weiter bewegen. Da die Maden sehr schnell kriechen und bald den Rand des Glases erreicht haben, so empfiehlt es sich, das Glasstück so gross zu wählen, als das Mikroskop es gestattet.

Um die erwachsenen Maden von Erythrocephala auf der Unterseite des Glases unter dem Mikroskop zu beobachten, klemmte ich sie in ein an einem Ende aufgespaltenes Holzstäbchen, welches ich mit einem Faden an die Unterseite eines auf Korkfüssen ruhenden Objectträgers anwickelte, in der Mitte des Körpers ein. Ich sah dann, wie die Larve aus der Mundöffnung grosse Massen der klebrigen Flüssigkeit hervorstiess, das Kopfende gegen das Glas drückte und sich anstrengte, den Körper dem vorgestreckten vorderen Ende durch Contraction der Leibesringe nachzuziehen, um sich aus der Holzspalte zu befreien.

Ist die Unterlage weich oder rauh, so mögen die Thiere die

zwei im Munde gelegenen Chitinhaken zur Fortbewegung gebrauchen, nicht jedoch, wenn sie auf einem festen glatten Gegenstande kriechen, wo sie sich ebenso schnell fortbewegen, wie auf weicher Unterlage.

Ohne dieses Secret wären die Larven von Leucopis puncticornis Meig. nicht im Stande, wie Spannerraupen zu kriechen. Diese Larven besitzen die Gestalt der madenartigen Dipterenlarven. Am hintern Ende sind sie verdickt, nach vorn zugespitzt. Ich fand sie in den Gallen von Tetraneura ulmi De Geer (Ulmenblattlaus), wo sie grosse Verwüstungen unter den Thieren anrichten. Unbarmherzig packt die Larve mit ihren beiden im Munde befindlichen Chitinhaken die Blattläuse, um sie auszusaugen. Eigenthümlich ist, wie gesagt, die Art der Fortbewegung. Die Larve wandert nicht wie die gleichgestalteten der Schmeiss- oder Stubenfliegen, welche bei der Weiterbewegung den Körper auf der Unterlage wagrecht vorstrecken, sondern kriecht wie eine Spannerraupe oder wie ein Blutegel umher. Ebenso wie die genannten Larven besitzt auch sie das Vermögen, durch eine klebrige, aus Mund und After ausgestossene Flüssigkeit das vordere wie das hintere Ende dem Gegenstande, auf dem sie sich befindet, festzuheften. In der Ruhe liegt die Larve dem Gegenstande auf, nur mit dem hintern Ende angeklebt. In dieser Stellung nimmt sie auch ihre Nahrung zu sich. Will sie sich weiter bewegen, so tastet sie, lang ausgestreckt und oft auch sich erhebend, umher, stösst aus der Mundöffnung einen Tropfen jener klebrigen Flüssigkeit aus und drückt das vordere Ende dem Gegenstande auf, so dass es abgeplattet wird. Jetzt reisst sie das hintere Ende gewaltsam los und befestigt es in der Nähe des vorderen. In dieser gekrümmten Stellung bleibt sie nie lange, sondern löst das vordere Ende, um entweder weiter zu wandern, oder sich, nur am hinteren Ende festgeklebt, zur Ruhe zu legen. Wie fest der Klebestoff hält, geht daraus hervor, dass die Larve stets einige Male anziehen muss, um das betreffende Ende loszulösen. Zur Verpuppung befestigt die Larve das hintere Ende durch den Klebestoff an der Wölbung der Galle, mit dem vorderen Ende nach unten hängend. Die Larvenhaut bildet sich zu einem eiförmigen Cocon um, der also mit dem hinteren Ende der Innenwand der Galle angeklebt ist.

Ebenso eigenthümlich ist die Art der Fortbewegung vieler Cecidomyienlarven, welche Sprünge auszuführen vermögen. Auch

sie bedürfen hiezu des festhaftenden Secrets. Ich habe die Larven von E. Steini Karsch [1]), welche in den Knospen von Lychnis dioica leben, hierauf hin beobachtet. Nimmt man die Larven aus der Knospe heraus, so kriechen sie anfangs wie die übrigen Dipterenmaden, sich am Kopf- und Afterende befestigend. Bald jedoch sieht man, wie die Larven eine bogenartig gekrümmte Stellung einnehmen, indem sie den hintern Theil unter den vorderen, festgehefteten legen und gegen die Unterlage stemmen. Hierdurch wird das vordere Ende losgerissen und gleichzeitig durch die scharf angespannten und sich wieder zusammenziehenden Rückenmuskeln ein Fortschnellen bewirkt. Die Larven sind im Stande, auf diese Weise einen halben Fuss weit zu springen. Es gewährt einen eigenthümlichen Anblick, wenn man auf der geöffneten Knospe eine nach der andern sich fortschleudern und zu Boden fallen sieht.

Jedenfalls ist diese Fähigkeit den Thieren von grossem Nutzen, denn man sieht, wie schwer es ihnen wird, auf den mit klebrigen Haaren besetzten Stengeln zu kriechen. Wohl unzählige von ihnen würden zu Grunde gehen, wenn sie zur Verpuppung aus den Knospen in die Erde gehen wollen und sich durch die klebrigen Haare der Pflanze hindurchwinden müssten; so jedoch erreichen sie mit einem, und wenn sie an einem Blatt oder Ast sitzen bleiben, mit einigen Sprüngen den Boden.

Ohne das Secret wären sie nicht im Stande die Sprünge auszuführen, es wäre ihnen nicht möglich, in der gekrümmten Stellung aufrecht zu stehen. Aber auch noch einen andern Zweck hat bei den zur Verpuppung in die Erde gehenden Cecidomyienlarven das ausgeschiedene Secret. Sie kleben damit Sandkörner aneinander und fertigen sich so einen vollständig geschlossenen, in Wasser unlöslichen Cocon an.

Die Sirphidenlarven scheiden nicht allein an Kopf- und Afterende, sondern auf der ganzen Unterseite des Körpers eine Flüssigkeit ab.

Unter den Käfern sind es die Chrysomelidenlarven, welche bei ihrer Fortbewegung ein Secret zu Hilfe nehmen. Beobachten wir die Larve des Erlenblattkäfers (Galeruca alni L.) [2]). In der Ruhe liegt sie lang ausgestreckt; will sie sich weiterbewegen, so

---

1) Berliner ent. Zeit. Bd. 25, 1881, p. 227 ff.

2) Ratzeburg Forstius I, p. 199, Taf. 20, Fig. 6.

zieht sie das hintere Ende wie eine Spannerraupe an, d. h. nähert es etwas den Brustbeinen, den hintern Körpertheil krümmend und befestigt das herausgestülpte Afterende durch eine aus demselben hervorquellende Flüssigkeit. Sie kriecht jetzt mit den Brustfüssen weiter, bis sie wieder eine gestreckte Lage erreicht, reisst dann das hintere Ende von seiner Befestigungsstelle los, um es wieder den Brustbeinen zu nähern und da zu befestigen.

Aber nicht allein das hintere Ende, sondern auch jedes Bein wird beim Gehen durch Secret befestigt. Die Fussspitze trägt nur eine Kralle und daneben, ähnlich wie bei den Physopoden (Blasenfüssen), einen grossen, kugligen Ballen. Durch einige in letzterem gelegene Poren wird das Secret ausgeschieden, welches den Ballen an der Unterlage befestigt.

Deutlich sieht man die vom hintern Ende, wie auch von den Fussballen zurückgelassenen Secretklümpchen, wenn man das Thier auf der Unterseite eines auf vier Korkfüssen ruhenden Glasstückes unter dem Mikroskop kriechen lässt. Während die von den ausgebildeten Insecten an den Tarsen abgeschiedenen Tröpfchen sehr klein sind, zeigen sie an den Fussballen des Erlenblattkäfers eine beträchtliche Grösse und sind schon mit viel schwächerer Vergrösserung wahrzunehmen, was natürlich eine Folge der geringen Zahl der Poren ist, denn je weniger vorhanden sind, desto grösser muss ihr Lumen und die Menge der durch jede hinausbeförderten Flüssigkeit sein, sollen diese Ballen dasselbe Leistungsvermögen besitzen, wie die mit zahlreichen Poren ausgestatteten.

Diese Art der Fortbewegung ist unter den Chrysomelidenlarven jedenfalls sehr verbreitet. Auch geschieht die Befestigung derselben zur Verpuppung wohl ebenfalls durch ein Secret, eine klebrige Flüssigkeit. Für die Coccinellen ist dieses von Häger [1]) festgestellt.

Ganz ebenso wie die Chrysomelenlarven bewegen sich Hemerobius- und Chrysopalarven durch abwechselndes Befestigen des Afters und der Tarsallappen fort. Doch ist diese Fähigkeit bei den verschiedenen Arten, ja, wie es scheint, selbst bei den Individuen ein und derselben Art verschieden ausgebildet.

So beobachtete ich eine auf ihrem Rücken einen wie es schien

---

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Klasse, Bd. 11. 1853. Separatum p. 10.

aus Gespinnstmasse angefertigten Klumpen tragende Chrysopenlarve [1]), welche ich im October an Baumstämmen im Friedrichshaine bei Berlin fand. Sie kroch behende an den senkrechten Seitenwänden des Glases umher. Nur als ich den Boden des Glases mit Sand bedeckte, konnten die Thiere nicht mehr an den Seitenwänden emporlaufen, da sich an ihren Haftlappen Sandkörnchen festgeklebt hatten. Als ich die Thiere wieder in ein reines Glas setzte, konnten sie nach einiger Zeit wieder ebenso behende umherklettern, wie zuvor.

Während mir diese Larve zu den Chrysopen zu gehören schien, nahm ich auch bei andern, welche unzweifelhaft Hemerobiuslarven waren (langgestreckter, nicht mit Warzen besetzter Körper, kurze Zangen), die Fähigkeit wahr, an senkrechten Glaswänden klettern zu können. Doch besitzen nicht alle Hemerobiusarten das Vermögen; ich fand auch Larven (im October an Baumstämmen), bei denen die Fähigkeit, an den Fussspitzen ein Secret abzuscheiden, sehr gering war. Die Haftlappen waren sehr wenig entwickelt. Nur mit dem spitzen Hinterleibsende konnten sich die Thiere befestigen, aus demselben eine zähe, klebrige Masse abscheidend. Sie krochen spannend, indem sie mit den Beinen vorliefen, dann den hinteren Theil krümmend nachzogen und die Hinterleibsspitze festklebten. Da wie gesagt bei diesen Thieren die Haftlappen an den Beinen sehr unvollkommen entwickelt waren, so konnten sie an senkrechten oder gar auf der Unterseite wagrechter Glaswände garnicht oder nur sehr schlecht gehen.

Wenn ich sie in ein wagrecht liegendes Reagenzglas sperrte und dasselbe plötzlich so drehte, dass die untere Seite zur oberen, zur Decke wurde, so blieben, während die meisten herabfielen, einige der Thiere mit der Hinterleibsspitze an der jetzigen Decke des Cylinders kleben und hingen mit dem Körper senkrecht nach unten. Nur nach vielfachem Schlagen und Winden gelang es ihnen, sich aus der unangenehmen Lage zu befreien und auf den Boden des Cylinders herabzuwerfen oder langsam an der Decke des Glases weiter zu kriechen, um nach einigen Schritten wieder

1) Wohl identisch mit Hemerobius Merdiger, Ratzeburg, Forstins. Bd. III, t. 16. f. 8 L*. — Da sie lange Zangen und behaarte Warzen auf ihrem Körper trägt, so ist sie wohl kein Hemerobius, wenigstens nicht nach den sonst von Hem. gegebenen Beschreibungsmerkmalen.

herabzusinken. Drehte ich die Decke wieder nach unten, so dass die an derselben mit dem hinteren Ende festgeklebten Larven die Beine gebrauchen konnten, so waren sie im Stande, auch wenn sie lange Zeit am hintern Ende festgeklebt gehangen hatten, augenblicklich weiter zu kriechen.

Jedenfalls stellten sie, sobald sie mit dem hinteren Ende festgeklebt in dem Glascylinder herabhingen, die Abscheidung ein, so dass es ihnen nicht schwer wird, sobald man die Decke des Cylinders nach unten dreht, augenblicklich das hintere Ende zu lösen. Würden ihre Füsse besser an Glas gehaftet haben, so wäre es ihnen auch möglich gewesen, an der Decke des Cylinders bequem zu kriechen.

Auch in der Natur müssen diese Larven wohl bisweilen in die Lage kommen, an der Unterseite von Blättern oder glatten Aesten mit dem hinteren Ende befestigt, in senkrechter Richtung herabzuhängen. Denn wie ich mich überzeugt habe, ist es für sie auch schwierig, auf der Unterseite der Blätter zu gehen, und oft fällt der Körper herab, nur mit der Hinterleibsspitze anhaftend.

Eine dieser Larven legte regelmässig, wenn ich den Glascylinder drehte, so dass sie an der Decke desselben hing, eines der beiden Hinterbeine um die festgeklebte Hinterleibsspitze und zog mit Aufbietung aller Kräfte daran, bis es ihr gelang den Hinterleib loszureissen und sich auf den Boden des Glases herabzuwerfen. Dieses Thier gehörte einer andern Art an als die übrigen. Es lässt sich wohl annehmen, dass dieser Kunstgriff bereits in der Natur geübt wurde und nicht eine plötzliche Erfindung war, dass es also auch in der Natur vorkommt, dass die Larven auf der Unterseite glatter Blätter festkleben ohne weiter zu können und sich dann auf diese Weise aus ihrer unangenehmen Lage befreien.

Während die Schmetterlingsraupen — von der Familie der Cochliopoden weiss ich es nicht — einen Secretionsapparat nicht besitzen, ist dieses bei den Blattwespenraupen der Fall. Indem an den Spitzen der Bauchfüsse eine Flüssigkeit abgeschieden wird, sind sie im Stande, mit Leichtigkeit an einer senkrechten Glaswand emporzugehen. Ob auch grössere, wie die von Cimbex dies Vermögen besitzen, habe ich bisher zu beobachten noch nicht Gelegenheit gehabt.

Raupen vom Kohlweissling gelang es dadurch an der senk-

rechten Wand des sie bergenden Glasgefässes emporzukriechen, dass sie, den Kopf nach rechts und links wendend, kurze wagrechte Gespinnstfäden an der Glaswand befestigten und an dieser Leiter emporkletterten.

Die allermeisten unserer Spinnen tragen den Secretionsapparat nicht. Wirft man sie in ein Cylinderglas, so gelingt es ihnen oft, durch Ausspannen von Fäden sich eine Strecke weit empor zu arbeiten. Nie sah ich sie jedoch an der Glaswand laufen. Wenn sie an den Zimmerwänden emporklettern, so gebrauchen sie nur ihre Klauen, welche sie in die Unebenheiten legen. Die Spinnen jedoch, welche springen können, sind auch mit dem Secretionsapparat ausgerüstet.

Während ich bei den meisten von mir untersuchten Spinnen an den Enden der Beine nur einzelne steife, zugespitzte Borsten wahrnahm, fand ich bei den Springspinnen zwischen den beiden Krallen (Fig. 7 und 8 c) eine Bürste (Fig. 7 bb′ von der Seite, Fig. 8 bb′ b″ von oben gesehen) keulenförmig verdickter, auf ihrer Unterseite weichhäutiger Haare.

Die Anordnung ist derartig, dass die Fläche, welche die freien Spitzen der Hafthaare eines Beines beim Klettern bedecken, die Gestalt eines Dreiecks besitzt (Fig. 8 und Fig. 9 bb′ b″). Die Hafthaare eines Beines sitzen an einem in das Ende des Fusses (a) eingozogenen, beweglichen Chitinstücke; die beiden Krallen (Fig. 7 und 8 c) können zu beiden Seiten der Bürste etwas herabgebogen werden (Fig. 7 und 8 nach b′ und b″ zu), so dass sie mit ihren Spitzen die Bürste überragen. Hierbei haben sich die Krallen natürlich auseinandergebogen, um der etwas zwischen sie tretenden Bürste Platz zu machen.

Die springenden Spinnen laufen äusserst behende und sicher an Glas, ja sie sind darin unermüdlich. Beim Sprunge sind ausser den Beinen auch die Unterkiefertaster thätig, indem sie gegen die Unterlage gedrückt werden. Oft werden sie ganz unter den Cephalothorax geschoben, damit die Schleuderkraft eine desto grössere sei. Man sieht, wie bei diesen Thieren auch bereits die Unterkiefertaster als Bewegungsorgane fungiren. Diesem Mitwirken der Unterkiefertaster ist wohl die seitliche oder gar nach rückwärts gerichtete Sprungbewegung zuzuschreiben. Beim Abspringen wird die Hinterleibsspitze gegen die Unterlage gedrückt, so dass vielleicht auch der Hinterleib sich betheiligt.

Auch diese Spinnen sind, ebenso wie die Cicadellinen und wohl die meisten springenden Insecten, im Stande, sich gegen senkrechte, glatte Flächen emporschnellend an denselben augenblicklich mit Hilfe des Secretionsapparates zu befestigen. Beobachtet man ein solches Thier in einem Glascylinder, so sieht man, wie es von einer Seite des senkrecht stehenden Gefässes zur entgegengesetzten springt, vom Boden empor gegen eine senkrechte Wand, wo es sich augenblicklich festhaftet. Selbstredend springt es ebenso behende auf einer Ebene, z. B. einer Glasscheibe. Ebenso, wie den Insecten, würde auch diesen Thieren das Sprungvermögen ohne den Secretionsapparat wenig nützen, da sie sich an glatten senkrechten Flächen nicht festsetzen könnten.

Kriecht das Thier an rauher Fläche, so wird es natürlich die Krallen in Anwendung bringen.

Ausserdem nahm ich an einer kleinen jungen, nicht springenden Spinne das Vermögen wahr, sehr behende an Glas zu laufen. Sie trug zwei Haftlappen zwischen den beiden Krallen der Fussspitze.

Manche Milben laufen sehr gut an senkrechten Glaswänden, wozu sie durch die an den Fussspitzen stehenden Haftlappen befähigt werden. Bisweilen sind dieselben ebenso wie bei den Insecten behaart [1]).

Henking [2]) hat von Trombidium luliginosum Herm. auch die Drüsen bekannt gemacht, welche das zur Befestigung dienende Secret hergeben. In jedem Endglied der Beine liegt eine sackförmige Drüse, welche bei der Einlenkungsstelle der Klaue ausmündet. Das Epithel wird von rundlichen Zellen gebildet.

Unter den Mollusken finden wir eine Klasse, die der Gasteropoden, welche befähigt sind, an senkrechten glatten Flächen emporzuklettern.

Eine Weinbergsschnecke kriecht sehr bequem an einer Fensterscheibe empor, ja auf der Unterseite einer wagrecht liegenden Glasscheibe umher. Ebenso sieht man Wasserschnecken an den senkrechten Glaswänden der Aquarien umherwandern.

1) Kramer, Archiv f. Naturg. 1876, Bd. 42, p. 187.

2) Beiträge zur Anatomie, Entwickelungsgesch. und Biologie von Trombidium fuliginosum Herm. — Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 37, 1882. p. 563.

Luftleere Räume werden, wie auch Simroth[1]) sagt, beim Kriechen nicht hergestellt, doch will er[2]) die Befestigung auch durch das auf der Sohle abgeschiedene Secret nicht bewirkt werden lassen:

„Man hat den Sohlenschleim bisher entweder als Klebestoff, womit das Thier an senkrechten Wänden sich festhält, oder als Schmiermittel behandelt. Wie gering seine Leistung (von Cyclostoma abgesehen) für die Adhäsion ist, geht aus den Versuchen an Limax hervor, die ich früher berichtete (Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 30 Suppl. p. 191). Wenn ein ruhendes Thier auf einer senkrecht gehaltenen Glasplatte liegt, so ist die Adhäsion so schwach, dass es allmählich abwärts rutscht und das so lange, bis die Wellen beginnen und die weisse Sohle dem Glase andrücken; schon das Anheften eines ganz geringen Theiles des Mittelfusses genügt, um die Rutschbewegung zu sistiren. Die Adhäsion wird also vor allem durch die Wellen, ganz wenig durch den Schleim bewirkt."

Wenn die Wellen auch das Andrücken der Sohle bewirken, so kann ich mir doch nicht erklären, wie durch sie ohne das Secret die Anheftung geschehen sollte, mag dieses nun durch Compillarattraction oder als Klebestoff wirken.

Im Thierkreise der Coelenteraten sind es die Süsswasserpolypen, welche durch einen klebrigen Schleim befähigt werden, an senkrechten Flächen emporzuwandern. Eine Hydra, welche ich in einem Glascylinder beobachtete, kletterte in folgender Weise an der senkrechten Glaswand empor: Sie streckte, mit dem hinteren Ende festsitzend, den Körper lang aus, befestigte die ebenfalls lang ausgedehnten Arme mit den sich hierbei knopfartig verdickenden Spitzen an der Glaswand, riss das Fussende von seiner Befestigungsstelle, indem sie den Körper zusammenzog und heftete es in der Nähe der Arme an. Das Thier nahm also eine gekrümmte Stellung ein. Mit einem Ruck wurden dann die Arme gelöst und diese, wie auch der Körper flottirten wieder frei im Wasser nur am Fussende befestigt.

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30. Suppl. 1878, p. 167.

2) l. c. Bd. 36, 1882, p. 40. Bewegung und Bewegungsorgane des Cyclostoma elegans und der einheimischen Schnecken überhaupt.

Hydra vulgaris versteht es, wie mehrere Beobachter melden, wie Spannerraupen zu kriechen. Hydra viridis var. Bakeri geht nach Marshall[1]) wie ein Cephalopode auf den Armen, nachdem sich der Fuss vorher von der Unterlage gelöst und der ganze Körper stark zusammengezogen hat. Junge Thiere dieser Varietät kriechen auf einer Körperseite, böckerartige Hervorragungen des Ectodermes zu Hülfe nehmend.

Die Hydren sind also im Stande an senkrechten Glaswänden oder glatten Pflanzentheilen emporzuklettern und zwar einzig und allein durch ein Secret, das die Ectodermzellen der Fussscheibe und der Armspitzen abscheiden.

Bei der von Marshall entdeckten Bewegungsart vermittelst höckerartiger Hervorragungen des Ectoderms werden natürlich die Zellen dieser Höcker das Secret hergeben.

Beobachtet man eine Hydra unter dem Mikroskop, so sieht man die am Fusse ausgeschiedenen Schleimmassen, mit denen sich das Thier festsetzt. Bei starker Vergrösserung sieht man auch deutlich, dass da, wo ein Arm seine Spitze festgesetzt hat, kleine Partikelchen zurückbleiben.

Die den Schleim producirenden Drüsen der Fussscheibe unterscheiden sich, wie man bei Längsschnitten auf den ersten Blick wahrnimmt, von den übrigen Ectodermzellen; während letztere mehr gedrungen klar und durchsichtig sind, zeigen erstere eine langgestreckte Gestalt; sie besitzen einen körnigen Inhalt und an dem der Stützlamelle zugekehrten Ende einen Zellkern mit Kernkörperchen. Nach Jickeli[2]) liegen die Körnchen im Innern der Fussdrüsenzellen in Reihen angeordnet, wie dieses auch schon bei Drüsenzellen mehrerer Thiergruppen beobachtet sei. Durch geeignete Maceration löste Jickeli die Zellen in Fasern auf, an denen die Körnchen wie Beeren hingen.

Nach Korotneff[3]) zeigen diese Zellen in ihren oberen Drittel deutlich eine stark lichtbrechende mucöse Ausscheidung,

---

1) Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 37, p. 671 u. 672. — Ueber einige Lebenserscheinungen der Süsswasserpolypen.

2) Der Bau der Hydroidpolypen. Morphologisches Jahrbuch. Gegenbaur, Bd. 8, 1882, p. 397.

3) Anatomische, biologische und embryologische Beobachtungen an Hydra. Zool. Anz. 1880, p. 165.

durch welche die Anheftung des Thieres an fremde Körper bedingt wird." Da diese Drüsenzellen ebenso wie die grossen gedrungenen Zellen des übrigen Ectoderms Muskelfibrillen an die Stützlamelle abgeben, so nennt Korotneff diese Zellen drüsigmuskuläre.

Wandert eine Hydra weiter, indem die Fussscheibe, ohne von der Unterlage abgehoben zu werden und ohne dass die Arme in Anwendung kommen, vorrückt, so geschieht dieses nach Hamann[1]) in der Weise, dass die Drüsenzellen des Fusses pseudopodienartig vorgestreckt werden. Zur Befestigung dieser Pseudopodien dient natürlich der ausgeschiedene Schleim.

Während die Pseudopodien vorgestreckt werden, gehen nach Hamann die Grenzen der Drüsenzellen vollkommen verloren.

Die Ectodermzellen der Armspitzen zeigen, obgleich sie zeitweise als Klebezellen fungiren, doch für gewöhnlich nicht den körnigen Inhalt, wie die Drüsenzellen am Fusse. Hamann[2]) sagt nun, dass jede Zelle der beiden Keimblätter sich in eine Drüsenzelle umbilden kann, wobei sie eine langgestreckte Form annimmt und der vorher klare Inhalt zu einem feinkörnigen, granulirten wird. Auch nach Jickeli[3]) können die Ectodermzellen, speciell auch die an den Armspitzen vorübergehend als Klebezellen wirken: Zwingt man eine Hydra sich mit den Armen festzuhalten, indem man ein Festsetzen mit dem Fusse verhindert und untersucht gleich darauf den wieder lang ausgestreckten Arm, so sieht man an einzelnen Ectodermzellen, dass das Protoplasma blasig hervortritt und ein körniges Ansehen zeigt, wie das der Klebezellen am Fusse. Während also die Ectodermzellen der Fussscheibe permanent als Drüsenzellen fungiren, thun die der Armspitzen dieses nur vorübergehend.

Jickeli konnte eine Verbindung der Drüsenzellen mit den von ihm entdeckten Ganglienzellen nicht nachweisen. Er nimmt an, dass sich die Drüse in Folge äusserer Reize entleere. Indem die Klebezellen gegen die Unterlage, auf der das Thier kriecht, gedrückt werden, platzen die Klebekörnchen, welche wohl Bläs-

---

1) Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 15, p. 473 ff. — Der Organismus der Hydroidpolypen.

2) l. c. p. 493—494 und 532.

3) l. c. p. 398.

chen vorstellen, und entleeren ihren Inhalt. Dieser auf der Unterlage ausgebreitete klebrige Inhalt halte den Theil des Polypen fest, welchem die Klebezellen angehören.

Diese Klebeapparate befähigen also die Hydra, an senkrechten glatten Stengeln u. s. w. emporzukriechen.

Auch die Actinien wandern, wie ich gesehen habe, an senkrechten Glaswänden der Aquarien empor.

Das Ectoderm an der Basalfläche der Fussscheibe besteht bei ihnen aus hohen stabförmigen Drüsenzellen, welche einen Klebestoff zum Festhalten des Polypen absondern [1]).

Die Art der Fortbewegung ist wohl dieselbe, wie sie Hamann [2]) bei Hydra schildert, wenn das Thier ohne die Arme zu gebrauchen allmählich mit der Fussscheibe selbst weiterrückt.

Ebenso wie die Ectodermzellen an den Armen der Hydra in ihrem äusseren Theil zur Schleimproduction befähigt werden können, wenn das Thier die Spitze des Armes festsetzen will, so wird auch jedenfalls eine kriechende Amöbe den Theil ihres Körpers, welcher den Gegenstand berührt, zur Schleimfabrikation tauglich machen können.

Stellen wir schliesslich noch einige Betrachtungen über die Thätigkeit der den Schleim absondernden Drüsen an. Wenngleich es wohl ausgemacht ist, dass die Zellen mancher Drüsen zu Grunde gehn, platzen, um ihr Secret zu entleeren und durch neue Zellen ersetzt werden, so ist es andererseits ebenso sicher, dass die Zellen mancher Drüsen nur durch Contraction ihres Protoplasmas das Secret von sich geben, ohne dabei zu Grunde zu gehen.

Da an den schlauchförmigen Drüsen im Zehenballen des Laubfrosches von Ersatzzellen oder zerstörten Zellen sich niemals etwas zeigt, so sind wir wohl zu der Annahme berechtigt, dass auch hier der scharf klebende Schleim durch Contraction der Zelle hervorgestossen wird.

1) Claus, Grundzüge d. Zool. 1880, p. 225.

2) l. c.

Während diese schlauchförmigen Drüsen als von einem hochorganisirten Thiere herrührend beim Herausreissen wohl zu schnell absterben, um noch Contractionserscheinungen zu zeigen, nimmt man dieselben deutlich an den oben besprochenen einzelligen Drüsen des Telephorus wahr.

Reisst man ein Stück der Sohle eines Telephorus heraus und untersucht dasselbe unter dem Mikroskop in $^3/_4$% Salzlösung, Speichel oder Wasser, welches auch auf die Drüsen keinen schädlichen Einfluss ausübt, so kann man oftmals Zuckungen und Krümmungen der Drüsenzellen beobachten. Einmal sah ich eine Zelle hoch emporschlagen. Es beruhen diese Bewegungen einzig und allein auf Contraction der Zelle, da von muskulösen Elementen nichts wahrnehmbar ist. Auch sieht man Bewegungen im Innern der Zelle. Der Kern verschwindet und kommt wieder zum Vorschein, die im Folgenden zu besprechenden, im Innern der Zelle oft sichtbaren hellen Einsprengungen werden bisweilen hin und her gestossen.

Bei der Contraction hob sich das Protoplasma nicht von der Tunica propria ab; nur einige Male bemerkte ich, wie sich dasselbe an einer Seite der Drüse von der Tunica zurückzog, was jedoch wohl nichts mit der normalen Contraction zu thun hat.

An den Haaren, deren Basis sich die Drüsen ansetzen, bemerkt man an den zerzupften Stücken eine Anzahl der Secrettröpfchen (Fig. 3 L), welche jedenfalls während des Abschneidens des Beines durch die Contractionen der Zelle nach aussen gestossen wurden.

Die Drüsenzellen eines eben eingefangenen mobilen Thieres bestehen aus feinkörnigem, meistens gelblichem Protoplasma. Wie bereits gesagt, zeigt eine Drüse 1, 2 oder 3 Kerne, besteht also aus 1—3 Zellen (Fig. 3 D, H, K). Bisweilen sah ich an diesen Drüsen, dass ihre vordere Hälfte von wasserhellen, vollständig farblosen Einsprengungen durchsetzt war (Fig. 3 Ci, Di, Ii), welche von dem umgebenden, meistens etwas gelblichen, körnigen Protoplasma sich scharf abheben. Am schärfsten tritt dieses hervor, wenn man in Speichel beobachtet. Diese Einsprengungen zeigten sich, wenn die Thiere, von denen die isolirten Drüsen stammten, noch sehr lebenskräftig und im Stande waren, an der Wand des Glasgefässes, in dem sie sich befanden, mit Leichtigkeit emporzulaufen. Häufig nahm ich sie wahr, wenn ich ein solches lebens-

kräftiges, eben eingefangenes Thier auf einem Glasstück an den Hinterbeinen einige Zeit festhielt, so dass es, die Vorderbeine der glatten Fläche immer wieder von Neuem anlegend, sich loszureissen suchte. Natürlich wurden die Drüsen hierdurch in grosse Thätigkeit versetzt, und man kann die in Folge dessen hervorgerufenen morphologischen Veränderungen an isolirten Drüsen wahrnehmen, wenn der Fuss plötzlich amputirt und in Speichel zerzupft wird.

Die Drüsen mit hellen Einsprengungen zeigten oft an dem abgerissenen Ende einige oder mehrere grosse helle Tropfen (Fig. 3 Ai', Di'), welche sie jedenfalls, nachdem sie von ihrer Ansatzstelle durch das Zerzupfen gerissen waren, aus sich herausgestossen hatten. Dass diese Tropfen aus den Zellen und zwar aus den hellen Partien derselben herstammten, beweisen Bilder wie ein solches Fig. 3 A darstellt. Wir sehen da zwei solcher Kugeln i', welche mit den hellen Partien i der Zelle noch in Verbindung stehen. In den meisten Fällen sind diejenigen Drüsen an ihrem abgerissenen Ende mit den Tropfen versehen, welche in ihrem Inneren helle Einsprengungen zeigen. Doch sieht man Tropfen auch an solchen Zellen, welche nur aus körnigem Protoplasma bestehen ohne die hellen Einsprengungen. Jedenfalls haben diese Drüsen schon sämmtliches abgeschiedenes Secret aus sich herausgepresst und sind in Folge dessen ohne die hellen Partien.

Die Tropfen sind wasserhell, farblos und mischen sich weder mit Speichel, noch mit dest. Wasser oder $^3/_4$ % Kochsalzlösung. Ihr Lichtbrechungsvermögen ist kein besonders starkes, so dass sie nicht wie Fetttropfen erscheinen. Essigsäure in den verschiedensten Concentrationen lässt sie unverändert, ruft auch keine Trübung in ihnen hervor; Aetznatron löst augenblicklich.

Ganz dasselbe Ansehen haben die Tröpfchen an den Haaren der Tarsalglieder (Fig. 3 Li'), sind nur bedeutend kleiner.

Bei anderen Drüsen zeigte sich die helle Substanz als innerer grosser Körper (Fig. 3 Bi, Fi) oder als mehrere Kugeln (Fig. 3 Gi).

Diesen grossen hellen Secretkörper im Innern der Drüse (Fig. 3 Fi) habe ich früher[1]) für das mit Schleim gefüllte Intimabläschen angesprochen, doch ist es nur eine im Innern der Zelle angesammelte Secretmasse ohne umhüllende Haut.

1) Sitzungsb. d. Gesellsch. nat. Freunde. 1882, p. 109 ff.

Auch sieht man in den Drüsen oft stark lichtbrechende gelbliche Körnchen, welche wohl erst auftreten, wenn die Zelle im Absterben begriffen ist, da ich bei frischen Drüsen, welche eben von lebenskräftigen Thieren genommen waren, diese Erscheinung nicht wahrnahm. — Das Protoplasma hat dann seine gelbliche Farbe stets verloren und ist wasserhell geworden.

Nach diesen Beobachtungen müssen wir schliessen, dass, wenn die Drüsen in Function treten, das Secret aus dem Protoplasma der Zelle in den dem Haare zugekehrten Theil der Drüse abgeschieden (Fig. 3 C i, D i, I i) und dann durch Contraction des Protoplasmas ins Haar und nach aussen gestossen wird.

Oft, besonders wenn das Protoplasma der Drüse klar ist, sah ich in ihr einen dunklen Faden (Fig. 3 E) herabsteigen. Mit der Ableitung des Schleimes hat er sicher nichts zu thun und ist vielleicht ein sehr feiner Tracheenast.

Wie wir gesehen haben, besitzen die Drüsenzellen nicht alle ein gleiches Aussehen, was dem verschiedenen Zustande der Zelle zuzuschreiben ist, ob dieselbe thätig gewesen ist, das Secret von sich gegeben hat oder vor diesem Acte steht. Im ersteren Falle ist sie rein protoplasmatisch, im letzteren weist sie klare Einsprengungen auf. Es treten also durchaus nicht alle Zellen zu gleicher Zeit in Function.

Auch an den Drüsen des Zehenballens des Laubfrosches besitzen die Zellen je nach ihrer Thätigkeit ein verschiedenes Aussehen. Tödtet man einen ruhig sitzenden Laubfrosch, so sind die Zellen alle gleich (Fig. 12 e, 13 D), alle nehmen den Farbstoff (Pikrokarmin) nur in geringem Grade an. Setzt man jedoch einen Laubfrosch vor dem Tödten an eine Fensterscheibe, hält ihn an einem Hinterfusse fest und lässt ihn sich einige Zeit abmühen, aus der unangenehmen Lage zu entfliehen, indem er die Vorderbeine vorstreckt und befestigt, oder zieht man ihn an einem Hinterfusse auf einer Glasscheibe umher, so werden die Drüsen der Vorderbeine natürlich gereizt, und man erhält ganz andre Bilder, als wenn man einen ruhenden Frosch tödtet. Die gefärbten Drüsen sind nämlich meistens ganz bunt, indem stark gefärbte Zellen (Fig. 13 a, A a, B a), welche das Secret ausgestossen haben, zwischen hellen, sehr schwach gefärbten, noch secrethaltigen liegen (Fig. 13 b, A b, B b). Natürlich zeigt sich diese Verschiedenheit nicht bei allen Zehen, auch nicht an allen Theilen ein und derselben Drüse gleichmässig stark ausgeprägt.

Aehnliche morphologische Verschiedenheiten ein und derselben Art von Drüsenzellen sind nach dem Vorgange Heidenhain's an Wirbelthieren schon mehrfach constatirt. So auch in letzter Zeit an den Zungendrüsen des Frosches von Biedermann [1]). Hier zeigten sich an gefärbten Drüsen die Verschiedenheiten in Folge elektrischer Reizung. Während die nicht gereizte Zungendrüse aus hellen schleimhaltigen Zellen bestand [2]), waren letztere bei der gereizten dunkel [3]), schleimleer. Doch auch bei ein und derselben gereizten Drüse nahm Biedermann verschiedene Stadien wahr [4]), schleimleere zwischen mehr oder weniger schleimhaltigen Zellen.

Ebenso ist auch bei Hydra das Ansehen der Schleimzellen der Fussscheibe nicht immer gleich. Ich sah nur einen körnigen Inhalt. Korotneff [5]) beobachtete, dass der obere Theil in Folge mucöser Ausscheidung stark lichtbrechend sei. Es kann diese morphologische Verschiedenheit nur auf die verschiedenen Zustände der Zelle zurückgeführt werden.

Dass die Reaction des Secretes der Hautdrüsen der Batrachier wechselt, ist von Engelmann [6]) hervorgehoben: „Leroux, Gratiolet et Cloëz und du Bois-Reymond fanden sie bei der Kröte, letzterer auch beim Frosch und Salamander sauer, John Davy bei der Kröte neutral, Zalesky beim Salamander stark alkalisch." Engelmann selbst fand die Reaction des aus Hautdrüsen (Körnerdrüsen) von Rana temporaria ausgepressten Secretes neutral, bisweilen zum Sauren, bisweilen zum Alkalischen neigend.

Auch beim Laubfrosch und den Schnecken zeigt sich diese Verschiedenheit. Nach Leydig reagirt das Secret beim Laubfrosche alkalisch, ich fand es an den Zehen wie auch am Körper sauer, zu einer anderen Zeit neutral. Die Reaction des Se-

---

1) Ueber morphologische Veränderungen der Zungendrüsen des Frosches bei Reizung der Drüsennerven. — Sitzungsber. d. Kais. Akad. der Wiss. 1882. p. 67—89, t.

2) Fig. 1.

3) Fig. 2.

4) p. 80, Fig. 4.

5) l. c.

6) Die Hautdrüsen des Frosches, dies Archiv Bd. V, 1872, p. 505.

cretes war zu derselben Zeit am Körper und auch an den Zehen dieselbe.

Ebenso ist die Reaction bei den Schnecken eine verschiedene, indem sich der Schleim, auch der der Sohle, bald sauer, bald alkalisch, zu andrer Zeit wieder neutral zeigt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII, VIII und IX.

Fig. 1. Spitzenende eines Hafthaares von Eupolus, exotischer Rüsselkäfer. i'' Kanal im Innern des Haares. i''' Ausmündung des Kanals.

Fig. 2. Querschnitt durch ein Tarsalglied von Telephorus (Coleopteron). ch Chitinhülle der Ober-(Rücken-)seite, ch' der Sohle. m Matrix der ersteren, m' der letzteren. h die Hafthaare, h' die Tasthaare. n Nervenlängsstamm, n' Nebenäste. t Tracheenlängsstamm, t' Nebenäste, dr Drüsen, welche in die Hafthaare einmünden und das Secret absondern. n'' Ganglienkugeln, welche sich den Tasthaaren inseriren. x Chitinverdickung. s Sehne. b Häute, welche den Hohlraum des Tarsalgliedes in Abtheilungen theilen.

Fig. 3. Hafthaar (h) nebst der dazu gehörigen Drüse (dr) vom Tarsus von Telephorus. k Kern. tp Hüllhaut. ch' Durchschnitt durch die Chitinhaut, m' durch die Matrix.

Fig. 3A. Frische Drüse mit den Ueberresten heller Einsprengungen (i) und grossen Sekrettropfen (i'), welche aus diesen Einsprengungen entstanden sind.

Fig. 3B. Frische Drüse mit grosser heller Einsprengung (i).

Fig. 3C. Frische Drüse mit 2 Kernen (k) und hellen Einsprengungen (i).

Fig. 3D wie Fig. 3C. i' Sekrettropfen, welche aus der hellen Einsprengung hervorgegangen sind.

Fig. 3E. Frische Drüse mit geschlängeltem dunklem Faden im Innern.

Fig. 3F wie Fig. 3B.

Fig. 3G. Frische Drüse mit mehreren kugligen hellen Einsprengungen i.

Fig. 3H. Frische Drüse mit 3 Zellkernen; sie ist also aus 3 Zellen zusammengesetzt.

Fig. 3I wie Fig. 3B.

Fig. 3K. Gefärbte Drüse; zeigt die Grenze der sie zusammensetzenden beiden Zellen.

Fig. 3L. Spitze eines Hafthaares von Telephorus mit Secretkügelchen i'.

Fig. 4. Querschnitt durch den Locustidentarsus. ch Chitinschicht der Ober-(Rücken-)seite, ch', ch'' und ch''' der Sohle; ch' Röhrchenschicht, ch'' lamellöse Schicht, ch''' Hervorragungen der letztern. m Matrix, m' Drüsen. b Häute, welche den Hohlraum des Tarsalgliedes in mehrere Abtheilungen theilen. t Trachee. s Sehne.

Fig. 5. Querschnitt durch ein Stück der Sohle, stärker vergrössert als Fig. 4. Bezeichnung wie in Fig. 4. k Zellkerne.

Fig. 6. Drei Chitinröhrchen (ch') der Sohle (Fig. 4 u. 5 ch'). p Härchen, Nebenästchen, welche die Röhrchen besetzen. o äusserste Chitinhaut, in der die Röhrchen ausmünden.

Fig. 7. Fussende (a) einer hiesigen Springspinne von der Seite. c eine der beiden Krallen. bb' Hafthaare.

Fig. 8. Dasselbe von oben. c Krallen. b, b', b'' Hafthaare.

Fig. 9. Fläche, welche von den Spitzen der Hafthaare beim Aufsetzen des Fusses bedeckt wird. b, b', b'' entsprechen denselben Buchstaben in Fig. 7 und 8.

Fig. 10. Längsschnitt durch den Zehenballen eines Laubfrosches (Hyla arborea). a Ober-(Rücken-)seite. b Sohle. c Ringfurche. d Phalangenspitze. e schlauchförmige Drüsen, welche das zur Befestigung dienende Secret absondern. f Blutgefässe, f' grösseres, unter der letzten Phalanx (d) gelegenes, welches die feineren strahlig in den Ballen hinein entsendet. g Ausmündung der Schlauchdrüsen.

Fig. 11. Stück der Oberhaut der Sohle eines in der Häutung begriffenen Thieres mit der Ausmündung (a) einer Schlauchdrüse. b Intimarohr.

Fig. 12. Schnitt durch ein Stück der Drüsenmasse. e schlauchförmige Drüse; bei e' ist nur der Umriss ohne Epithel gezeichnet. f Blutgefässe, i Bindegewebe.

Fig. 13. Stück des Epithels der schlauchartigen Drüsen eines vor dem Tödten gereizten Laubfrosches. a von Karmin dunkelgefärbte, b helle, nur sehr wenig gefärbte Zellen.

Fig. 13A wie Fig. 13.

Fig. 13B. Stück des Drüsenepithels eines vor dem Tödten gereizten Thieres von der Fläche aus gesehen. a stark, b sehr wenig gefärbte Zellen. Der Basaltheil der Zellen mit den Kernen ist durch den Schnitt abgetrennt.

Fig. 13C. Zwei isolirte Zellen des Epithels.

Fig. 13D. Das Epithel eines vor dem Tödten ruhig sitzenden Thieres von der Fläche aus gesehen.

Ein italienisches Urtheil über den ersten Entdecker des Blutkreislaufs.

Von

H. Tollin.

Es ist eine alte Erfahrung in unserer lesemüden Zeit, dass Pamphlete mehr Glück haben als gelehrte Werke und geschickte Auszüge mehr gelesen werden als die Quellen selbst. So geht es auch mit den Arbeiten über des grossen Harvey Vorläufer in der Entdeckung des Blutkreislaufs.

Ist doch nicht zu bestreiten, dass G. Ceradini, der seit drei Jahren leider! die Medicin und die Professur aufgegeben, sich ex professo mit den Vorgängern William Harvey's beschäftigt hat. Das bezeugen die so schnell aufeinander folgenden Werke: Qualche appunto storico-critico intorno alla scoperta della circolazione del sangue. Genova 1875. Gr. 8⁰. 219 Seiten[1]); Difesa della mia memoria intorno alla scoperta etc. Genova 1876. Gr. 8⁰. 165 Seiten; La scoperta della circolazione del sangue: appunti storico-critici. Milano 1876. Gr. 8⁰. 325 Seiten.

Diese 709 Seiten über die Entdeckung des Blutkreislaufs haben (wie es scheint, selbst in Italien) gar wenig Leser und noch weniger Freunde gefunden[2]). Nur einen einzigen Vertreter der Ceradini'schen Ansichten habe ich in den verflossenen acht Jahren angetroffen, und dieser Eine noch dazu erscheint ohne Namen. Indessen des Anonymus Schrift hat den Vorzug kurz, sehr kurz zu sein. Und darum fand er Leser. Ob auch an den Quellen prüfende Leser, steht dahin. Wenigstens hat der Anony-

1) Dagegen s. meinen Aufsatz in Preyer's Sammlung physiologischer Abhandlungen 1876. Th. III.

2) Ich kenne nur Widerlegungen. So im Lancet 1876, II, 676 sq. II, 663. 1877, I, 158—161; in der Medical Times and Gazette 1882, 1. Juli; im Portrait caractère de Michel Servet. Paris. Appendice Charles Dardier 1879.

mus das Glück, bis heute, meines Wissens, nie widerlegt worden zu sein.

Da nun aber diese kleine Schrift, vielleicht gerade weil sie sich darauf beschränkt, Ceradini's Resultate wiederzugeben, von Irrthümern strotzt, wie kaum eine zweite, möchte es sich, zur Steuer der Wahrheit, doch empfehlen, dies Aufsehen machende italienische Urtheil über den ersten Entdecker des Blutkreislaufs kritisch zu beleuchten.

In Bizzozero's Archivio per le scienze mediche, publicato da una societa di studiosi [1]) stellt ein Anonymus die kühne Behauptung auf, Ceradini (sein Lehrer?) habe zugleich die kritischen und die geschichtlichen Irrthümer seiner deutschen Gegner [2]) dargelegt, welche mit Unrecht dem Michele Reves, einem Erzketzer, die Entdeckung des kleinen Blutkreislaufs (circolazione minore) zuschreiben.

Der anonyme Recensent fasst seine Gedanken in acht Thesen zusammen. Ich werde sie sofort einzeln beantworten.

1) „Es sei keinem Zweifel unterworfen, dass Galen den kleinen Blutumlauf gekannt, C. 10 de usu partium."

Antwort: Galen hat ihn gekannt als Ausnahme, bei Krankheitszuständen, wo in Folge dieses „Irrweges" den ein Theil Blut einschlägt, Bluthusten eintritt und Blutbrechen (Difesa 36). Immerhin geht den Weg durch die Lungen nur ein kleines Theilchen Blut (Dif. 29). Die grosse Menge Blutes bei solchen Kranken und alles Blut bei den Gesunden geht durch die mittlere Herzwand, die dazu Tiefen (profunditates) und Löcher (foramina) hat (Dif. 58 al.). Hätte Galen nicht durchweg den Blutweg durch die Löcher der Herzwand gelehrt, des ganzen Mittelalters Blindheit wäre ebenso nicht zu verstehen gewesen, als die Mühsale der Neuerer, eines Servet, Columbo, Cesalpin, Harvey unbegreiflich bleiben würden.

2) „Valverde's Buch, in welchem er Colombo, seinem Lehrer, die Entdeckung der Undurchdringlichkeit der mittleren Herzwand zuschreibt, datirt der Vorrede nach schon von 1554. Wegen der zahlreichen und eleganten Tafeln, die dem Buch Valverde's angereiht sind, kann man nicht zweifeln, dass das Buch

1) Torino 1876/77, p. 469—472.

2) Ed. Preyer und H. Tollin.

schon druckbereit war wenigstens Ende des Jahres 1553, in dem Reves seine Christianismi Restitutio veröffentlichte."

Die Argumentation trifft nicht: denn a) sind Valverde's Tafeln, mit wenigen Ausnahmen, dem Werke Vesal's von 1543 entnommen [1]. b) Michael Reves-Servet's Restitutio erschien druckfertig am 3. Januar 1553; der Theil, der den Lungenkreislauf enthält, war in Calvin's Händen im Jahre 1546, beruhte aber auf anatomischen Experimenten aus Paris vom Jahre 1538. c) Die Tafeln konnten sehr wohl zu einer ganz anderen Zeit gedruckt worden sein, als das ihnen später als Erklärung beigefügte Buch. d) Valverde sagt nirgend, dass er durch Realdo Colombo von einem Blutkreislauf etwas erfahren habe.

3) „Die physiologische Stelle in Servet's Buch wurde erst am Ende des 17. Jahrhunderts entdeckt. Jedenfalls (certamente) seien die beiden vorhandenen Exemplare der Restitutio in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts unbekannt gewesen."

Antwort: a) Die königlichen Richter von Vienne, resp. die von ihnen committirten Docteurs de théologie haben die ganze Christianismi Restitutio Michael Servet's durchgelesen. Beweis: ihr noch vorhandenes Erkenntniss vom 17. Juni 1553.

b) Der Genfer procureur général, Advokat Germain Colladon hat in einem anderen Exemplar die ganze Restitutio Christianismi durchgelesen. Beweis: das noch vorhandene und mit zahlreichen Strichen und Bemerkungen von Colladon's Hand versehene andere Exemplar der Restitutio, sowie die Genfer Gerichtsakten vom 16., 17., 23., 28. August 1553.

c) Die protestantischen Prediger von Genf, — vierzehn unterzeichnen mit Namen —, haben die ganze Christianismi Restitutio in einem dritten Exemplare durchgelesen. Beweis: ihre noch vorhandene Brevis refutatio vom Anfang September 1553.

d) Die protestantischen Prediger von Zürich, Bern, Basel und Schaffhausen — besonders unterzeichnet mit Namen stehen Simpertus Vogthius, Sebastianus Grübel, Jacobus Rüger, die Schaffhausener; die andern schreiben nur Ministri ecclesiae Tigurinae etc. — haben das ihnen vom Genfer Rath am 21. September 1553 übersandte vierte, fünfte, sechste und siebente Exemplar der Re-

---

1) S. Haeser, Gesch. d. Medicin. II. Bd. 3. Aufl. S. 55 f.

stitutio ganz durchgelesen. Beweis: ihre noch vorhandenen Antworten vom 2., 6. und 12. October 1553.

e) Der Bürgermeister und Rath von Zürich, Bern, Basel und Schaffhausen haben das ihnen vom Genfer Rath am 21. September 1553 besonders übersandte achte, neunte, zehnte und eilfte Exemplar der Restitutio durch ihre Gelehrten ganz durchlesen lassen: Beweis: ihre noch vorhandenen Antworten an den Genfer Rath vom 2., 6. und 12. Oktober 1553.

f) Die Genfer Richter, Syndicus Darlod an der Spitze, haben in einem zwölften Exemplar die ganze Restitutio Christianismi durchgelesen. Beweis: ihr noch vorhandenes Erkenntniss vom 27. Oktober 1553.

g) Die Vienner erzbischöflichen Richter, resp. des Erzbischofs Vikar Arzelier und des Inquisitors Vikar Molaris, haben in einem dreizehnten Exemplar die Restitutio Christianismi ganz durchgelesen. Beweis: ihr noch vorhandenes Erkenntniss vom 23. December 1553.

h) Alexander Halesius, Melanchthon's Freund, hat die ganze Restitutio, und zwar sehr genau, in einem vierzehnten Exemplar durchgelesen. Beweis: die noch vorhandene Schrift Contra horrendas Serveti blasphemias vom 16. Februar 1554.

i) Calvin selbst hat seit 1546 den grössten Theil, seit Anfang 1553 die ganze Restitutio Christianismi seines Gegners auf's allersorgfältigste in einem fünfzehnten gedruckten und in einem handschriftlichen Exemplar durchgelesen. Beweis: seine zahlreichen Servet-Citate in seinen Commentarien, in seiner Institutio christiana und besonders in der Declaratio fidei orthodoxae vom Ende Februar 1554.

k) Guillaume Postell sagt in seiner Schrift De anima mundi, er habe in Italien Servet's Schriften nicht nur viel verbreitet gefunden, sondern auch (wahrscheinlich in Venedig) gleich nach Servet's Hinrichtung eine Abschrift der Restitutio — es wäre das 16. Exemplar — erhalten. Dass er sie ganz durchgelesen hat, beweist sein Buch von 1555.

l) Melanchthon hat in einem siebzehnten Exemplar die Restitutio Christianismi ganz durchgelesen. Beweis: seine Briefe und die Loci theologici von 1559.

Dazu bemerken m) Melanchthon in Luther's Tischreden und in seinen Briefen, und n) Calvin selbst im Genfer Prozess und in

Briefen mehrfach, wie auch o) Camillus Rhaetus, p) Paulus Gadius Cremonensis, q) Gribaldus u. A. bestätigen, dass Michael Servet's Schriften in Italien, besonders aber in Venedig und Padua sehr verbreitet gewesen sind. Rechnen wir auf diese fünf Angaben nur ein 18., 19., 20., 21., 22. Exemplar einer in Italien bis 1560 ganz durchgelesenen Restitutio Christianismi.

r) Johannes Cassiodorus, Prediger der spanisch evangelischen Gemeinde zu Genf, dann zu London, dann zu Frankfurt a. M., besass — in einem 23. Exemplar — die gedruckte Restitutio Servet's, las sie mehrfach ganz durch, schwärmte für den Verfasser und seine Lehre, und verehrte das Buch so sehr, dass er es zu küssen pflegte. Beweis: die noch vorhandenen Gerichtsaussagen gegen ihn vom 15. September 1563.

s) Hieronymus Zanchi bestätigt ebenfalls am 19. August 1565, dass die Schriften Michael Servet's unter seinen italienischen Landsleuten viel verbreitet seien und eine Quelle würden für die antitrinitarische Gesinnung. Dass er selber — in einem vierundzwanzigsten Exemplar — die Christianismi Restitutio ganz durchgelesen, beweisen Zanchi's Opera theologica.

t) Johannes Wigand in Königsberg hat Servet's Restitutio — in einem fünfundzwanzigsten Exemplar — ganz durchgelesen. Beweis: seine Schrift: Servetianismus. Königsberg 1575.

Nimmt man hinzu die durch die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts constatirte weite Verbreitung des Servetianismus in u) Graubündten, v) Ungarn, w) Siebenbürgen, x) Polen, y) den Niederlanden und z) England, so wird man gewiss nur ganz bescheiden rechnen, wenn wir auf diese weite Verbreitung durch sechs neue Länder sechs ganz durchgelesene Exemplare der Restitutio hinzuzählen.

Wir hätten demnach schon bis 1575 einunddreissig ganz durchgelesene Exemplare der Restitutio constatirt, selbst abgesehen noch davon, dass diejenigen, welche wie Coelius Horatius Curio — seine Abschrift ist in Paris — die Restitutio wörtlich abschrieben — ich selbst habe in Italien mehrere solche alte Abschriften gesehen — jedenfalls beim Abschreiben des Ganzen auch das Ganze durchlesen mussten.

Wenn aber das Land der Colombo, Cesalpin und Ruini bei Durchlesung und Durchforschung der Restitutio obenan steht und in Italien wieder am meisten und einmüthigsten zwei Städte als

servetianisch hervorgehoben werden, Venedig und Padua, wie wäre es da wahrscheinlich zu nennen, dass unter den Freunden des spanisch-französischen Anatomen und erzbischöflichen Leibarztes gerade die Mediciner gefehlt hätten? Dass die Colombo, Valverde, Ruini, Cesalpin, Rudio (die fast mit Servet's eignen Worten den Lungenkreislauf beschreiben) des unter ihren Landsleuten in Versen (Camillus Rhaetus 1554), Reden (Peter Hyperphrogenus) und Werken (Dialogus inter Calvinum et Vaticanum, Farago Mini Celsi Senensis 1554) gefeierten Märtyrers Restitutio gesehen, aber gerade die Stelle über den Blutkreislauf übersehen haben sollten?

Auf die heute vorhandenen drei ächten — das Edinburger kennt Bizzorero noch nicht, — zahlreichen gedruckten unächten und fast ebenso zahlreichen handschriftlichen Exemplare der Restitutio kommt es also nicht an: sondern auf die zur Zeit Colombo's und Cesalpin's vorhandenen.

Und da kann nicht oft genug hervorgehoben werden, dass von den 1000 im Jahre 1553 gedruckten Exemplaren der Restitutio nachweisbar nur zwei verbrannt worden sind, dass eine am 17. Juni 1553 zu Vienne, das andere am 27. Oktober 1553 zu Genf.

Doch wir kehren zu Bizzozero's Archivio zurück und hören These

4) „Günther von Andernach, der in Paris Servet's Lehrer war, citirt im J. 1571 den Colombo und beschreibt den kleinen Blutkreislauf mit seinen Worten, ohne den Schüler (il discepolo) zu citiren. Wenn er (egli) damals sich in Strassburg festgesetzt hatte (stabilito), wo Reves lange Zeit (lungamente) gewohnt, und doch die Restitutio nicht kannte, wie sollte Colombo zu Rom sie gekannt haben im J. 1553 oder sieben Jahre früher 1546?"

Antwort: Günther von Andernach citirt schon 1539 den Michael Villanovanus (Servet) als den neben Vesal begabtesten unter seinen jungen anatomischen Gehülfen (in consectionibus auxiliarii) und als einen in allen Zweigen der Wissenschaft ausgezeichneten, in der Kenntniss des Galen aber fast unvergleichlichen Gelehrten. Erst 32 Jahre später gedenkt er der anatomischen Erfahrungen des Colombo. Bezeugt damit nicht Günther selbst, dass seines Wissens die anatomischen Erfahrungen des Spaniers um 32 Jahre älter sind als die des Italieners?

Ueberdies beschreibt Günther den Blutkreislauf mit Servet's

Worten, gerade wie Colombo selbst dabei sich der Worte Servet's bedient.

Endlich aber lebte Servet zu Strassburg in allerverborgenster Stille (ne te prodas, schreibt sein Freund Butzer) lange ehe er daran dachte, je Medicin zu studiren (1531 und 1532). Auch ging Servet's Restitutio nicht vorzugsweise nach Strassburg — von Strassburger Exemplaren weiss weder Calvin, der lange dort gelebt hat, noch Ludwig Rabus, Servet's Strassburger Widersacher, noch sonst wer. Dass aber Servet's Schriften in Italien viel gelesen wurden, bezeugen auch nach 1553 Calvin, Melanchthon, Zanchi, Gribaldus, Paulus Gadius Cremonensis, Minus Celsus Senensis, Camillus Rhaetus, Postell, Cassiodorus u. v. A.

5) „Der Titel Restitutio Christianismi steht nicht im Index von 1564, sondern nur Servet's De trinitatis erroribus und Dialogorum. Dieser Umstand beweist lichtvoll (luminosamente), dass die Väter des Concils von Trident (und zwar nicht bloss die italienischen, nein auch die Fremden) sammt und sonders keine Kenntniss gehabt haben von der Restitutio Christianismi."

Antwort: Hier ist zuviel bewiesen und zu wenig.

Zu wenig: Denn nicht der Index von 1564 hätte allein zu entscheiden, sondern gerade so Paul IV. Index von 1557, die durch Vergerius vermehrte Ausgabe von 1559, Alba's Index von 1571, der selbst wieder auf den Index gesetzte Index des Dominikaners Valvenda und mancher andere dazu.

Zuviel aber hat der Bizzozero-Recensent bewiesen. Denn einen Index Tridentinus giebt es nicht. Die Index-Commission des Concils konnte sich nicht einigen. So ging das Concil auseinander ohne Index. Papst Paul IV. erliess dann von sich aus einen Index am 24. März 1564. Dieser Index aber wurde in Deutschland, Frankreich und den Niederlanden nie anerkannt, in den andern Ländern aber mannichfach umgearbeitet, z. B. durch Cardinal Caspar Quiroga, 1601 vermehrt einerseits, andererseits aber bedeutend gemässigt [1]).

Dass in dem irrig als Index Tridentinus bezeichneten Verzeichniss die Restitutio Servet's fehlt, kann recht viele Gründe haben; denn an irgend welche Vollständigkeit ist da nicht zu denken.

1) Schelhorn, Ergötzlichkeiten II, P. I, p. 127 f. — Herzog, Real-Encyklopädie VI, S. 650 f.

Im Index Romanus von 1596 finde ich Servet zwei Mal unter den Autores primae classis, das eine Mal als Michael Servetus, das andere Mal als Servetus Hispanus — der Index ist alphabetisch geordnet —. Der Spanier steht da neben seinen protestantischen Widersachern Luther, Melanchthon, Butzer, Oecolampadius, Jo. Farell, Marcus Antonius Calvinus (!), Nicol. Colladon u. A.

6) „Doch selbst wenn seit 1546 Colombo Servet's Restitutio gekannt hätte, so wäre Servet dennoch nicht der Entdecker, sondern Vesal, der seit 1543 die Undurchdringlichkeit der mittleren Herzwand entdeckt hat."

Antwort: Ist der der Entdecker des Blutkreislaufs, welcher die Undurchdringlichkeit der mittleren Herzwand entdeckt hat, so ist es Servet, nicht Vesal. Denn 1543 weiss Vesal nichts von jener Undurchdringlichkeit. (S. De humani corporis fabrica fol. 594—600.) Ich habe das schon in Preyer's Sammlung gezeigt (1876, S. 26).

Da aber der Anonymus es übersehen hat und ihm vielleicht der Vesal von 1546, über den er urtheilt, nie zu Gesicht gekommen ist, auch in allen neueren medicinischen Lehrbüchern [1]) der Irrthum verbreitet wird, Vesal habe die Undurchdringlichkeit der Herzscheidewand entdeckt, so schreibe ich Vesal's Darstellung wörtlich her aus des Jo. Oporin Baseler Ausgabe von 1543 Mense Junio [2]).

---

1) In den alten nicht. Z. B. wundert sich Jul Caes. Arantius 1586 im Anatomicarum observationum liber Cap. XXXIII, dass man noch mit Vesal an den Uebergang des grössten Theiles des Blutes vom rechten in das linke Herz durch das septum glaube, da doch die arteria venalis so gross sei: Ad quid ampla adeo est effecta, ut aëre subministrantis asperae magnitudinem plurimum excedat?

2) fol. 598b Zeile 15 von oben:

Quemadmodum enim dexter (ventriculus) ex cava (vena) sanguinem trahit, ita quoque sinister aërem ex pulmone in arteriam venalem attractum, ad se dilatato corde allicit, illoque (aere) ad caloris innati refrigerationem et substantiae ipsius enutritionem spiritumque vitalem utitur, hunc aerem excoquens et praeparans, ut is una cum *sanguine*, qui ex dextro ventriculo in sinistrum *per ventriculorum septum copiosus* resudavit, in magnam arteriam totumque adeo corpus delegari possit. Quod autem eiusmodi alterationibus, cordis caro insigni artificio a rerum conditore ad justitiam temperata praeficiatur, quoad divinam hominis fabricam cognoscere possimus, fatemur. . . . Quod sane difficulter admodum fecisset, nisi corpus tenuius rariusque aliis

Vesal's Anschauung ist also folgende: Die mittlere Herzwand hat Löcher. Die rechte Herzkammer bezieht aus der Leber vermittelst der Vena cava Blut, die linke Herzkammer bezieht Luft aus der Lunge vermittelst der Arteria venalis. Sobald sich nun das Herz erweitert, öffnen sich alle Poren der Herzscheidewand, und die Luft aus der linken Herzkammer strömt herüber in die rechte und in den leer gewordenen Raum der linken schwitzt nun das durch die Luft verdünnte Blut aus der rechten vermittelst derselben Poren reichlich (copiosius) hinüber in die linke: da aber mit neuem Pulse zieht das Herz sich sofort wieder zusammen, so dass nur immer die nöthige Quantität Blut mit der nöthigen Quantität Luft sich austauschen kann. Und in diesem Herüber- und Hinübergeben von Luft und Blut sieht Vesal 1543 ein um so grösseres göttliches Kunstwerk, als dieser Austausch gleich auf dem allerkürzesten Wege der mittleren Herzwand geschieht, und nicht etwa erst auf dem durch seine Länge gefährlichen Umweg durch die Lungen. Aus Vesal's ausdrücklicher Abwehr des Lungenkreislaufs, da ja die Blutdurchschwitzung in reichlichem Maasse durch die Löcher der mittleren Herzwand vor sich gehe, kann ich nicht anders, als schliessen, dass schon vor 1543 jemand dem Vesal diesen neuen Weg vorgeschlagen hatte. Und liegt es da nicht nahe an Vesal's früheren Pariser Mitschüler in Günther's Anatomie, an Servet, zu denken, der wieder seinerseits seinem Vorgänger in der Assistenz Günther's noch 1553 sein Compliment macht, mit dem: licet *aliquid* resudare possit?

Sobald nun aber Servet 1553 vor aller Welt erklärt hat, dass die mittlere Herzwand weder Gefässe noch Höhlun-

arteriis nacta fuisset. Nam etsi hae eundem cum reliquis partibus corporis usum praestent, in quo haec cordi accomoda censetur, non tamen arteriae pro ipsarum tantum mole tantum *aerem*, qui illis non per occultos meatus, sed *per patentes in ipsis cavitates a corde una cum sanguine offeruntur*, *assumere rursusque propellere*, ac arteria venalis debebant, adeo sane ut haec necessario tenui et venarum corpore confirmata sit. Quanquam natura interim, dieser Uebergang ist sehr merkwürdig für das Jahr 1543, adeo suae securitati, atque possibile fuit, providit: quippe longum ex sinistro ventriculo ad pulmonem ductum (qui ipsi nocuus fuisset) praecavens, statim in ipso ortu eam divisit atque *brevissima prorsus ductu* illam in pulmonem digessit, ut haec illico pulmonis substantia undique suffulta implicitaque, a ruptionis periculo securior evaderet.

gen habe und für die Blutmittheilung und Blutverarbeitung ganz ungeeignet sei, was man auch gemeinhin glauben möge, da, erst im Jahre 1555, tritt der frühere Assistent Günther's, Vesal, in das Lager des späteren Assistenten, Servet über. Und nun erst, zwei Jahre und sechs Monate nach der Herausgabe der Restitutio, bekennt sich Vesal zur Undurchdringlichkeit der Herzscheidewand.

Und wie wenig noch mense Augusto 1555 Andreas Vesal die Tragweite der Entdeckung des Lungenkreislaufs einsieht, erhellt deutlich aus der mechanischen Weise, in der er die Undurchdringlichkeit der mittleren Herzwand aus Servet aufnimmt. Er lässt nämlich noch 1555 die Sätze: quemadmodum dexter etc. (fol. 745, Zeile 3 fgd.) in der neuen Auflage stehen, lässt auch una cum sanguine, qui ex dextro ventriculo in sinistrum per ventriculorum septum copiosius stehen, nur statt resudavit setzend resudare putatur. Im folgenden Satz lässt er nur insigni artificio a rerum conditore ad justitiam temperata (cordis caro) aus, gleichsam als ob er sich noch nachträglich darüber ärgert, dass der Schöpfer nun doch nicht den kürzesten Weg einschlägt, den durch das septum. Auch das finden wir 1555 wieder arteriae pro ipsarum mole tantum aeris — 1543 aerem — (qui illis non per occultos meatus, sed per patentes in ipsis cavitates (!) a corde una cum sanguine offertur) assumere rursusque propellere. Auch den Satz finden wir 1555 wieder: Quamquam natura interim adeo suae securitati ac — 1543 atque — possibile fuit, providerit — 1543 providit: quippe longum ex sinistro ventriculo ad pulmonem ductum (qui arteriae venali — 1543 qui ipsi — nocuus fuisset) praecavens, statim in ipso ortu eam divisit, atque brevissimo prorsus incessu — 1543 ductu — illam in pulmonem digessit: ut haec illico etc. etc. So noch im August 1555 fol. 745.

Da aber, wo er die Neuerung bringt, gesteht Vesal noch drittehalb Jahr nach der Restitutio, dass er mit grossem Misstrauen an die Neuerung gegangen sei. Ich setze deshalb die Stelle lateinisch her[1]).

---

1) Bei Preyer l. l. S. 26 ist verdruckt S. 747. Es soll heissen fol. 746b Zeile 15 von oben: In cordis itaque constructionis ratione ipsiusque partium usu recensendis, magna ex parte Galeni dogmatibus (!) sermonem accommodavi: non sane, quod undique haec veritati consona existimem, verum

Darauf bringt er noch einige Gründe, die für die neue Auffassung zu sprechen scheinen, einen auch aus seinen Vivisektionen. Dann aber schliesst er[1]: er verwahre sich dagegen, als ginge er für sein Theil hier auf Neuerungen aus.

Jedem fällt bei Vesal, der dem Galen zu widersprechen sich zur Gewohnheit gemacht hatte, auf, wie gar schüchtern er gerade hier, wo es sich um den Herzbau und den Brauch der Herztheile handelt, daran geht, von Galen, „der Aerzte Fürsten" abzuweichen. Auch drückt er seine Zweifel selbst 1555 noch sehr vorsichtig aus. Nicht sagt er die Herzscheidewand sei fest, compakt und dicht, sondern sie sei so fest und dicht wie der linken Herzkammer Aussenwand. Nicht sagt er, es kann unmöglich Blut durch das septum dringen: sondern nur, ich meinestheils sehe nicht ab, wie das geschehen soll? Nicht sagt er: es giebt keine Gruben in der mittleren Herzwand, sondern vielmehr, ich erinnere mich sehr wohl, dass man im septum von Gruben spricht, und dass die vena porta aus Magen und Eingeweiden immer neue Nahrung saugt. Endlich schliesst er, er, Vesal, habe keine Lust hier auf seinen Kopf Neuerungen zu wagen, da er sich selber noch nicht genüge.

Alles das ist nicht Entdecker-Sprache, am wenigsten bei dem, wo er eigene Wege wandelt, sonst so muthigen und freimüthigen Vesal.

---

quod in novo passim partium usu officioque referendo, adhuc *mihi diffidam:* neque ita pridem de medicorum principis Galeni sententia vel latum unguem hic declinare ausus fuerim. Haud enim leviter studiosis expendendum est ventriculorum cordis interstitium, aut septum, ipsumve sinistri ventriculi dextrum latus, quod aeque crassum compactumque ac densum est atque reliqua cordis pars sinistrum ventriculum complectens. adeo ut ignorem (quicquid etiam de foveis hac in sede commenter et venae portae ex ventriculo et intestinis suctionis non sim immemor) qui per septi illius substantiam ex dextro ventriculo in sinistrum vel minimum quid sanguinis assumi possit: praecipue quum tam patentibus orificiis vasa cordis in suorum ventriculorum amplitudinem dehiscant, ut modo taceam verum venae cavae ex corde progressum.

1) Quin imo alia haud pauca undique hic sese proponunt, quae vulgata Anatomicorum placita in dubium vocant. quae quia omnia referre longius esset, *ipseque nihil privatim innovare* (quum simul in omnibus mihi haud quaquam satisfaciam) modo statuerim, partium aereae substantiae reficiendae fabricatarum historiae nunc finem imponam.

Wir kommen zur vorletzten These: 7) „Servet hat nur versucht, Galen's Lehre vom Chemismus der Athmung mit der neuen Lehre Colombo's zu versöhnen, dessen Vorlesungen er gehört haben musste zu Padua oder Pavia.“

Antwort: Servet ist nie zu Padua oder Pavia gewesen. Pavia wird in Servet's Leben nicht einmal erwähnt. Dass er weder als Schüler noch als Doktor in Padua war, bezeugen die heute noch vorhandenen Universitätsakten. Als Michael Servet-y-Reves in Italien war 1829—30, wusste niemand etwas von Matteo Realdo Colombo, und Servet selber dachte damals an nichts weniger, als Medicin oder Anatomie zu studiren. Colombo hingegen schreibt seinen „Chemismus der Athmung“ zum ersten Male drei Jahre nach Herausgabe der Restitutio nieder, wie er selber das Datum angiebt De re anatomica. Es ist demnach Colombo, der aus Servet den Chemismus der Athmung übernimmt.

Die letzte These bei Bizzozero lautet: 8) „Die Entdeckung des grossen Kreislaufs gehört unbestreitbar Cesalpin. Harwey schadete sich sehr, dass er den ihm bekannten Cesalpin nicht citirt hat.“

Cesalpin entdeckte den grossen Kreislauf als Krankheit (vor Bluthusten) und Schwächezustand (im Schlaf). Dass der grosse Kreislauf die Regel und das Blutbewegungsgesetz sei bei allen Menschen, davon hatte Cesalpin keine Ahnung. Das incontestabilmente soll also nur, wie solche posaunenhafte Ausdrücke pflegen, die Schwäche der Bizzozero'schen Position 8 markiren. Uebrigens ist leicht zu beweisen, dass Harvey den Cesalpin gekannt haben kann, nicht leicht aber, dass er ihn gekannt haben muss. Sieveking, der sich viel abgemüht hat, die Hieroglyphen der fast unleserlichen Hand Harvey's zu entziffern, bringt es nicht über die Vermuthung, der eine in den anatomischen Vorlesungen citirte unlesbare Autor könnte möglicherweise Cesalpin sein.

So dankenswerth es daher auch ist, dass Bizzozero's Archiv die sog. Ergebnisse Ceradini's in Thesenform zusammengefasst hat, so hat sich doch nach näherer Prüfung keine einzige der Ceradini-Bizzozero'schen Positionen als haltbar erwiesen.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Innsbruck.)

Zeitmessende Beobachtungen über die Wahrnehmung des sich entwickelnden positiven Nachbildes eines elektrischen Funkens.

Von

M. v. Vintschgau und **A. Lustig.**

Hierzu 1 Holzschnitt.

Die Beobachtungen Aubert's und Förster's haben gezeigt, dass der elektrische Funke im Stande ist, ein Nachbild zu erzeugen; ersterer hat auch dieses Nachbild einer genauen Untersuchung unterworfen. Ueber die Zeit aber, welche das sich entwickelnde positive Nachbild braucht, damit jene Deutlichkeit erreicht werde, welche nothwendig ist, um dasselbe mit Sicherheit wahrnehmen zu können, möge nun das einwirkende (primäre) Licht ein elektrischer Funke oder irgend ein anderes Licht sein, liegen, so weit uns bekannt ist, keine Angaben vor.

Wir legten uns daher folgende Frage vor: wie viel Zeit verstreicht von dem Augenblicke, in welchem ein momentanes Licht auf die Netzhaut einwirkt bis zu jenem, in welchem das positive Nachbild hinreichend deutlich geworden ist, um zum Bewusstsein zu gelangen?

Wir konnten wohl zur Beantwortung dieser Frage schreiten, nachdem wir uns durch einige vorläufige Beobachtungen überzeugt hatten, dass einer von uns (A. Lustig) von einem elektrischen Funken ein deutliches positives Nachbild erhalten konnte, an welchem auch sämmtliche Beobachtungen angestellt wurden.

Um die gestellte Frage zu lösen, war es nothwendig, die Apparate so zu ordnen, dass die Entstehung des elektrischen Funkens und das Auftreten des positiven Nachbildes genau mar-

1) H. Aubert, Ueber die durch den electrischen Funken erzeugten Nachbilder. — J. Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. V, p. 279.

kirt wurden. Wir glauben diesen Zweck durch folgende Anordnung der Apparate erzielt zu haben.

Es wurde eine kleine Vorrichtung hergestellt, die wir, der Einfachheit wegen, die Scheibenvorrichtung (*Sch*) nennen, welche gestattete, dass in demselben Augenblicke, in welchem der elektrische Funke aus einer grossen Leydner'schen Flasche entlockt wird, auch die Zeiger des Hipp'schen Chronoscopes in Bewegung gesetzt werden. Zu diesem Zwecke haben wir auf eine gemeinsame Axe zwei Holzscheiben in einer gegenseitigen Entfernung von ungefähr 14 cm befestigt. Jede Scheibe trug einen metallenen Stift, und es wurde mit der grösstmöglichsten Genauigkeit getrachtet, dass die beiden Stifte und die Axe der Scheiben sich in derselben Ebene befinden. Das Gestell dieser Scheibenvorrichtung wurde auf einem Tisch derart befestigt, dass nicht bloss die Stifte, sondern auch ein Segment der Scheiben über den Tischrand hervorragten. Ein Stift, den wir der Kürze halber den Entlader nennen, stand mit einem dicken wohl isolirten Leitungsdrahte in Verbindung; der andere Stift hingegen, den wir als den Unterbrecher bezeichnen wollen, hatte den Zweck, eine kleine Contactvorrichtung zu unterbrechen.

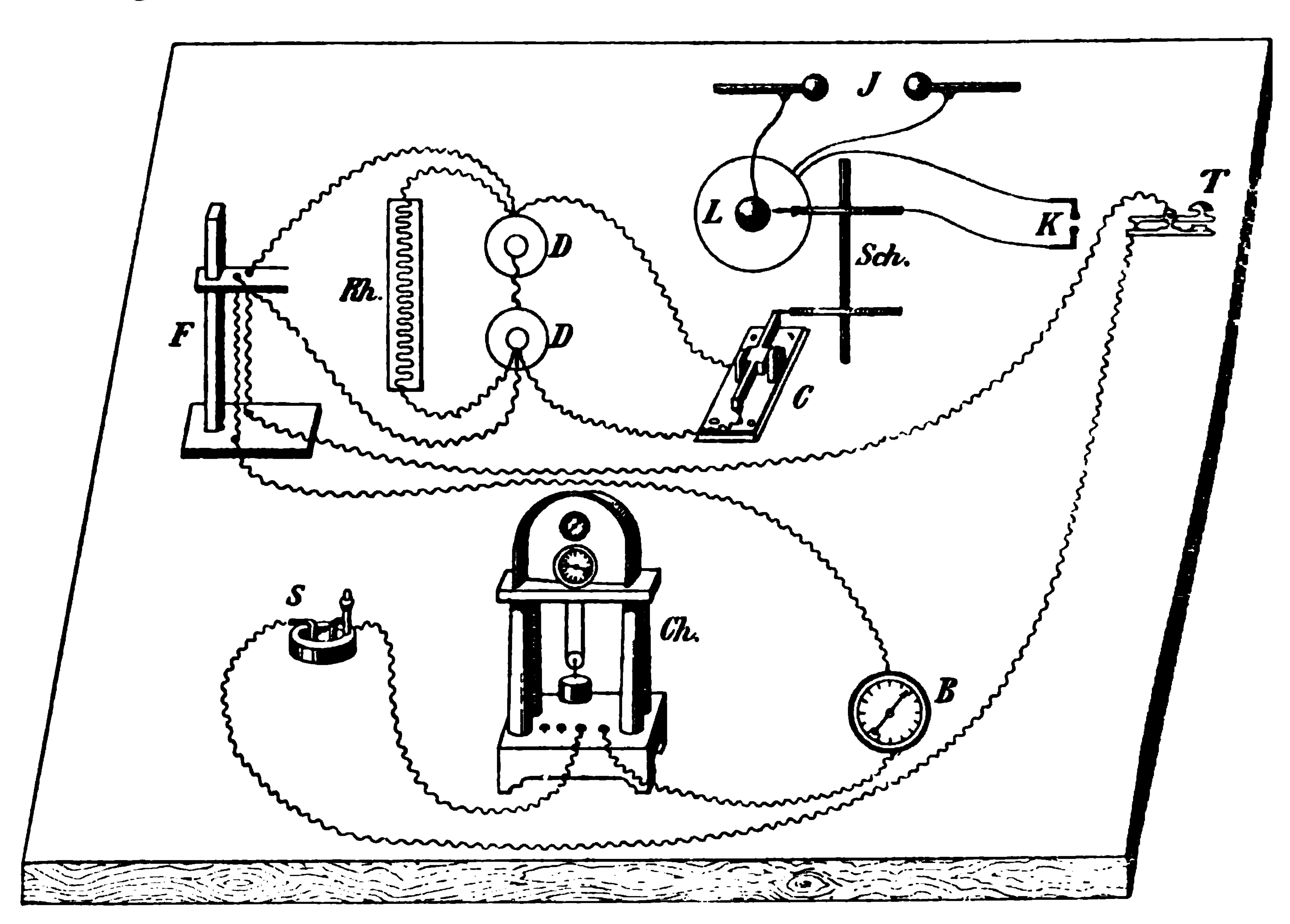
Gegenüber dem Entlader, in einer Entfernung von ungefähr 10—12 mm, befand sich der Knopf des inneren Beleges einer grossen Leydner'schen Flasche (*L*).

Gegenüber dem Unterbrecher dagegen und ein wenig höher als der Mittelpunkt des Knopfes der Flasche wurde der Contacthebel aufgestellt. Dieser war nun so beschaffen, dass in dem Augenblicke, in welchem der Unterbrecher das eine Ende des Hebels berührte, am anderen ein guter Contact aufgehoben und mittelst einer in geeigneter Weise angebrachten Feder eine Wiederherstellung desselben verhindert wurde.

Der Contacthebel war in einer guten Nebenleitung des elektrischen Hauptkreises in passender Art eingeschaltet, wie es später noch angegeben werden soll.

Der Draht, welcher vom Entlader ausging, wurde in ein kleines, wohl geschwärztes Kästchen eingeleitet und endete in eine kleine Kugel aus Messing. Dieser gegenüber in einer Entfernung von ungefähr 4 bis 6 mm befand sich ein zweites Kügelchen, welches ebenfalls mit einem Leitungsdrahte in Verbindung stand, der zum äusseren Belege der Leydner'schen Flasche ging. Letztere

konnte mit einer Holtz'schen Influenzelektrisirmaschine geladen werden. Wenn nun der Entlader sich gegenüber dem Knopfe des inneren Beleges befand, dann sprang der Funke zwischen jenen und den Entlader und gleichzeitig auch zwischen die in dem kleinen Kästchen eingeschlossenen Kugeln; nur der Funke, welcher zwischen diesen beiden übersprang, wurde von dem Reagirenden gesehen.



Der zeitmessende Strom wurde von zwei grossen Daniell'schen Elemente (*D*) geliefert. In der Hauptleitung [1]) waren der Reihe nach folgende Apparate eingeschaltet:

1) der Fall-Apparat nach Hipp (*F*),
2) der Taster für den Reagirenden (*T*),
3) ein Quecksilberschlüssel (*S*),
4) das Chronoscop von Hipp (*Ch*) und endlich
5) eine kleine Bussole (*B*).

1) Vgl. die halb schematische Zeichnung, in welcher die Influenzelectrisirmaschine (*J*), wie auch das Kästchen (*K*) und der später zu erwähnende Schirm weggelassen wurden.

In einer Nebenleitung befand sich das Stöpselrheostat von Siemens (*Rh*) und in einer zweiten der oben erwähnte Contacthebel (*C*).

Mit dieser Anordnung war es nun ohne wesentliche Aenderung derselben möglich, die Genauigkeit des Chronoscopes zu prüfen und die gewünschten Zeitmessungen vorzunehmen.

Wenn nämlich der Contacthebel (*C*) und die Nebenleitungen des Fallapparates offen waren, konnte man an der Bussole (*B*) die Richtung des Stromes und annäherungsweise auch seine Intensität erfahren und letztere mittelst des Rheostates (*Rh*) reguliren und ausserdem mit dem Fallapparate (*F*) die Genauigkeit des Chronoscopes (*Ch*) prüfen.

Waren die Nebenleitungen des Fallapparates (wie es in der halbschematischen Zeichnung ersichtlich ist) offen und wurde der Contacthebel geschlossen, so war die Anordnung für eine Beobachtung hergestellt.

Nachdem die Leidner'sche Flasche mittelst der Influenzelektrisirmaschine geladen, und das Uhrwerk des Chronoscopes in Bewegung gesetzt worden war, so genügte nun eine rasche Drehung des Scheibenapparates mit der Hand, um den Entlader vor der Kugel der Flasche vorbei zu bewegen. In demselben Momente, in welchem der Funke übersprang, berührte der Unterbrecher den Contacthebel, der zeitmessende Strom ergoss sich durch die Hauptleitung und die Zeiger des Uhrwerkes setzten sich in Bewegung, welche selbstverständlich aufhörte, sobald der Reagirende den Taster niederdrückte.

In der bis jetzt beschriebenen Anordnung können folgende Fehler vorkommen:

1) Das Chronoscop kann die gewöhnlichen wohl bekannten Fehler verursachen.

Wir haben nun das Chronoscop mittelst des Fallapparates vor Beginn jeder Versuchsreihe geprüft und die Beobachtungen erst dann begonnen, wenn die ermittelte Zeit nur um 0,001—0,003 S. von der berechneten abwich; eine solche Prüfung wiederholten wir nach Vollendung jeder Versuchsreihe, niemals fanden wir eine irgendwie nennenswerthe Aenderung.

2) Der Funke konnte auf den Entlader überspringen noch bevor der Unterbrecher die Contactvorrichtung berührte.

Wenn ein solcher Fehler vorkam, so überstieg derselbe gewiss

nicht wenige Tausendstel einer Sekunde, wie nachfolgende Erwägungen darthun werden.

Beim sehr langsamen Drehen der Scheibenvorrichtung überzeugten wir uns, dass der Funke bald übersprang, wenn der Unterbrecher die Contactvorrichtung berührte, bald wenn jener diese noch nicht erreicht hatte; diese Entfernung betrug aber niemals mehr als 4—8 mm. Dieser Fehler hängt, wenn die Entfernung der einzelnen Theile eine unveränderliche ist, von der Grösse der Ladung der Flasche ab, welche niemals vollkommen gleich sein konnte. Da aber in den meisten Fällen die Ladung der Flasche eine solche war, dass der Funke übersprang noch bevor der Entlader sich genau in der Verlängerung des horizontalen Durchmessers des Knopfes der Flasche befand, so haben wir, wie oben angegeben wurde, den Contacthebel etwas höher gestellt als den Mittelpunkt der Kugel, und ausserdem getrachtet, die Scheibenvorrichtung so schnell als möglich zu drehen, so dass auch in jenen Fällen, in welchen der Funke etwas früher übersprang als der Unterbrecher den Contacthebel berührte, die Zeit zwischen Ueberspringen des Funkens und Oeffnung des Contacthebels ungemein kurz ausfallen musste.

Es ist weiter denkbar, dass der Funke erst dann übersprang, wenn der Contacthebel schon offen war. Wir glauben aber, dass dieser Fehler niemals vorkam, da die Flaschenladung immer etwas grösser war, als es die Ueberwindung der kleinsten Entfernung des Entladers von der Kugel der Flasche erforderte. Sollte aber ein solcher Fehler vorgekommen sein, dann hätte, aus leicht verständlichen Gründen, der Funke ganz ausbleiben müssen, und wenn er auch übersprang, dann betrug der Fehler gewiss nicht mehr als wenige Tausendstel einer Sekunde.

Um genaue Beobachtungen über Nachbilder vorzunehmen, ist es nothwendig einen vollkommen finsteren Raum herzustellen, in welchem sich der Reagirende aufhalten muss; in Ermangelung einer Dunkelkammer mussten wir uns in einer anderen Weise behelfen.

Das kleine oben beschriebene hölzerne Kästchen wurde an einen grossen metallenen Schirm befestigt; genau gegenüber den beiden Kügelchen, zwischen welchen der elektrische Funke überspringen musste, machten wir in dem Schirme eine kleine runde Oeffnung, deren Durchmesser 15 mm betrug. Diese Oeffnung wurde

mit einer vollkommen durchsichtigen Glasplatte geschlossen. An den drei freien Rändern des auf einem Tisch befestigsten Schirmes wurde ein undurchsichtiges Tuch befestigt, welches hinreichend gross war, um nicht bloss den Kopf, sondern auch den Oberkörper des vor dem Schirme sitzenden Reagirenden zu bedecken. Das Tuch reichte wohl nicht bis an den Boden, weil sonst seine Schwere lästig und die Wärme unter demselben dem Reagirenden beschwerlich geworden wäre, da jede Versuchsreihe wenigstens eine halbe Stunde dauerte. Aus dem zuletzt angeführten Grunde wurde auch das Tuch zwischen je zwei Beobachtungen etwas gelüftet.

Die Fensterläden wurden so weit geschlossen, dass nur auf das Chronoscop etwas Licht auffiel. Im ganzen Zimmer herrschte somit ein so schwaches Licht, welches eben hinreichend war, um die Apparate zu sehen.

Kurze Zeit vor Beginn jeder Beobachtung nahm der Reagirende das Tuch fester um den Leib und stellte seinen Kopf ungefähr 50—60 cm weit von dem metallenen Schirme. Erst wenn derselbe mittheilte, dass er nicht den geringsten Lichtschimmer sehe, so dass in seinen Augen gar keine störenden Bilder mehr vorhanden waren und das Gesichtsfeld ziemlich gleichmässig dunkel war, wurde eine Beobachtung vorgenommen.

Es sei noch bemerkt, dass die Oeffnung im Schirme in gleicher Höhe mit den Augen sich befand, und dass das Holzkästchen eine abnehmbare Wand besass, um die Lage der zwei Kügelchen richtig stellen zu können.

Auf dem Tische in dem dunkeln Raume wurde der Taster zur Unterbrechung des Hauptstromes angebracht.

Bei den Vorversuchen, die wir vornahmen, befand sich im grossen Schirme in derselben Höhe der runden Oeffnung eine nadelstichgrosse Oeffnung, damit der Reagirende seinen Augen die nöthige Richtung geben konnte. Es stellte sich aber bald heraus, dass das Licht, welches durch dieses Loch eindrang, für den absolut finsteren Raum noch immer zu stark war und das Sehen des Nachbildes störte, so dass wir bei den definitiven Beobachtungen dieses Loch verstopfen mussten. Es zeigte sich hierbei, dass auch ohne dasselbe der Reagirende den Augen die adäquate Richtung und Accommodation geben konnte, um die von dem elektrischen Funken beleuchtete Oeffnung im directen Sehen zu

beobachten, so dass nur der centrale Theil der Netzhaut dem directen Einflusse der Erregung ausgesetzt war. In der That gab der Reagirende nur in den seltensten Fällen an, dass das Nachbild auf einem Seitentheil der Netzhaut entstanden war. In solchen Fällen zeigte sich auch, dass die Zeit für die Signalisirung des Nachbildes ziemlich lang ausfiel.

Es sei schliesslich noch bemerkt, dass der Reagirende angab, er habe den Funken nicht als solchen gesehen, sondern bloss die beleuchtete, kreisförmige Oeffnung, so dass auch das Nachbild nicht eine Linie, sondern eine kreisförmige, beleuchtete Scheibe vorstellte.

Nach dieser Schilderung der Apparate, der Versuchsanordnung und der möglichen Fehler wollen wir den Gang einer Beobachtung schildern.

Der Experimentator schloss zuerst den Contacthebel, dann wurde die Scheibenvorrichtung so gestellt, dass die beiden Stifte ungefähr um 100—110° von dem Contacthebel und von dem Knopf der Leidner'schen Flasche entfernt waren. Sobald der Reagirende meldete, dass er für die Beobachtung vollständig vorbereitet sei (siehe oben p. 499), setzte der Experimentator das Uhrwerk des Chronoscopes und der Diener die Scheibe der Influenzelektrisirmaschine in Bewegung. Nachdem die Handhabe 6—8 Drehungen vollendet hatte, zeigte es dieser mit einer stummen Kopfbewegung an, worauf der Experimentator die schon vorher gefasste Scheibenvorrichtung mit der grösstmöglichsten Geschwindigkeit um 180° bis 200° drehte. Der Funke übersprang, die Nebenleitung des Contacthebels wurde entfernt und die Zeiger des Chronoscopes setzten sich in Bewegung. Sobald nun der Reagirende das positive Nachbild in hinreichender Deutlichkeit wahrnahm, drückte er mit der grössten Raschheit den Taster nieder, der Hauptstrom hörte auf und die Zeiger standen still.

Der Taster wurde immer mit dem Daumen der rechten Hand niedergedrückt.

Nun bestand die weitere Aufgabe des Experimentators darin, den Stand der beiden Zeiger abzulesen und die Apparate wieder für eine neue Untersuchung in Ordnung zu bringen.

Durch diese ganze Zeit herrschte im Zimmer die grösste Ruhe; es wurde auch unterlassen der Beobachtung ein Signal vorausgehen zu lassen, da der richtige Ton der schwingenden Feder

des Chronoscopes ohnehin dem Reagirenden anzeigte, dass nach wenigen Sekunden das Ueberspringen des Funkens erfolgen würde.

Während der Reagirende ausruhte und wartete, bis das Nachbild vollständig verschwand, dictirte er einige Angaben über die vorhergegangenen Beobachtungen, nämlich über die ungefähre Grösse des Funkens, über die Grösse der Blendung, über die Deutlichkeit des Nachbildes und endlich über die Raschheit, mit welcher er reagirte.

Da bei den geschilderten Beobachtungen der Reagirende nur ein Signal allein gab, so wollen wir die angewendete Methode als jene mit einmaliger Signalisirung bezeichnen.

Damit die Beobachtungen gut gelingen, ist es nöthig, jede zu grosse Bewegung der Augen oder des Kopfes zu vermeiden, um zu verhindern, dass die Nachbilder bei ihrem Entstehen ihre Lage wechseln oder sogar ganz verschwinden. Es ist weiter nothwendig, dass der Funke mittelgross sei, damit derselbe nicht durch eine zu grosse Intensität eine starke Blendung hervorrufe, welche nicht bloss für den betreffenden Versuch nachtheilig ist, sondern auch für den folgenden, indem die Netzhaut eine wesentlich längere Zeit beansprucht, um zu einer relativ geeigneten Ruhe zu gelangen.

Um eben die Netzhaut nicht anzustrengen, beobachteten wir die Vorsicht, in einer Sitzung nur wenige Beobachtungen vorzunehmen und ausserdem haben wir, eingedenk der nachtheiligen Folgen des zu häufigen Beobachtens von Nachbildern, häufig einige Tage ausgesetzt.

Die beleuchtete Oeffnung erscheint in dem positiven Nachbilde scharf begrenzt und ziemlich intensiv gefärbt, nämlich in der Mitte blau, an der Peripherie weiss.

Es sei schliesslich noch bemerkt, dass der Reagirende den Taster genau in dem Augenblicke zu bewegen trachtete, in welchem das Nachbild anfing hinreichend deutlich zu werden.

Es sollen nun die Ergebnisse unserer Beobachtungen näher besprochen werden.

Bei denselben hat sich der Einfluss der Uebung in einer sehr deutlichen und prägnanten Weise gezeigt. Es kann dies uns auch nicht besonders überraschen, weil es sich um Signalisirung des Beginns einer Erscheinung handelt, die im gewöhnlichen Leben selten beobachtet wird, und weil schon die Beobachtung der Nach-

bilder an und für sich eine nicht geringe Uebung verlangt. Wir haben nämlich die Erfahrung gemacht, dass die Reactionszeit eines Nachbildes sich mit der Uebung wesentlich verringerte, obwohl der Reagirende schon eine gewisse Uebung im Signalisiren anderer physiologischer Erscheinungen erworben hatte, und obwohl bei ihm die Nachbilder sich ungemein leicht entwickeln.

Wir hatten schon mehrere Beobachtungen in der oben beschriebenen Weise vorgenommen und auch ziemlich constante Werthe erhalten, als wir aus Beobachtungen, welche wir in anderer Weise anstellten und die später mitgetheilt werden sollen, den Verdacht schöpften, dass die ermittelten Werthe zu gross seien. Wir haben desshalb noch eine zweite Gruppe von Beobachtungen vorgenommen, welche unseren Verdacht zur Gewissheit machten. Wir werden die erste Gruppe der Beobachtungen, welche wir Mitte November 1883 angestellt haben, aus dem eben erwähnten Grunde nur summarisch behandeln.

Die Gesammtzahl der Beobachtungen dieser ersten Gruppe beträgt 29, wovon aber nur 25 brauchbar sind; diese ergaben als Mittelwerth 0,566 Sec. Die Schwankung der Mittelwerthe der drei Beobachtungsreihen ist nicht sehr ansehnlich, nämlich bloss 0,612 – 0,510 = 0,102. Der mittlere Fehler aus diesen 25 Beobachtungen, nach der Methode von Wundt[1]) berechnet, beträgt bloss 0,093.

Der so geringe mittlere Fehler und der nicht sehr ansehnliche Unterschied in den gefundenen Mittelwerthen der drei Beobachtungsreihen hatte uns anfangs über die Richtigkeit des Gesammtmittelwerthes beruhigt; nur die Thatsache, dass die Schwankung zwischen den einzelnen Beobachtungen 0,744 – 0,253 = 0,491 betrug, trübte etwas unsere Befriedigung.

Nach Vollendung anderer Beobachtungen haben wir, wie schon gesagt, die in der angegebenen Weise vorgenommenen Versuche noch einmal wiederholt.

Von diesen Beobachtungen, — weil wir dieselben als die richtigen ansehen, — geben wir im Anhange die ausführlichen Protokolle (Nr. 1), während in der folgenden kleinen Tabelle die Ergebnisse der 4 Beobachtungsreihen zusammengestellt sind.

Die Zahl der gesammten Beobachtungen beträgt 36, von denen wir aber 7 ausschliessen mussten. Es sind dies jene, welche in den Versuchsprotokollen mit * bezeichnet sind.

Aus nachstehender Tabelle ersieht man, dass der Mittelwerth

---

1) W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig 1880, Bd. II, p. 223.

Datum.	Zahl der guten Beobachtungen.	Mittelwerth.	Mittlerer Fehler.	Schwankung in den einzelnen Beobachtungen.		
				Max.	Min.	Unterschied.
29. November 1883	7	0,380	0,050	0,498	0,328	0,170
1. December 1883	7	0,354	0,033	0,432	0,300	0,132
3. December 1883	7	0,306	0,051	0,383	0,238	0,145
4. December 1883	8	0,335	0,047	0,440	0,239	0,201
	29	0,344	0,042			

0,344 S. beträgt, welcher wesentlich kleiner ist als der Mittelwerth aus der ersten Reihe; eine Erscheinung, die wir, wie erwähnt, aus der grösseren Uebung hervorgegangen erklären. Aber auch in den vorliegenden Beobachtungsreihen lässt sich der Einfluss der Uebung noch immer deutlich wahrnehmen, da, wie die vorstehende Tabelle zeigt, die Beobachtungen vom 29. Nov. nicht bloss den höchsten Mittelwerth lieferten, sondern auch das Maximum und das Minimum derselben grösser sind als in den übrigen Versuchsreihen.

Wollte man auch die Beobachtungen vom 29. Nov. eliminiren, dann blieben noch immer 22 Beobachtungen, deren Mittelwerthe keinen grossen Unterschied darbieten, nämlich bloss 0,354—0,306 = 0,048. Der aus diesen Beobachtungen resultirende Gesammtmittelwerth 0,332 ist gewiss nicht wesentlich verschieden von den früheren.

Wir glauben desshalb sagen zu können: dass zwischen der Einwirkung des Lichtes eines elektrischen Funkens und der Signalisirung des eben hinreichend deutlich entwickelten Nachbildes eine Zeit von 0,344 S. verstreicht. Es soll hiermit durchaus nicht behauptet werden, dass bei anderen Individuen diese Zeit nicht vielleicht etwas kürzer sein könnte, da, wie obige Tabelle und die Protokolle zeigen, wir auch hie und da kleinere Werthe, nämlich nur 0,24 S. erhalten haben.

Bevor wir in der Schilderung der anderen Beobachtungen, die wir vornahmen, weiter schreiten, wird es nicht überflüssig sein, die Frage aufzuwerfen, aus welchen Zeittheilchen der ermittelte Werth zusammengesetzt ist? Wir glauben darin folgende Zeittheilchen unterscheiden zu können:

1) Erregung der Netzhaut durch das momentane Licht,
2) Abklingen der Erregung,
3) Entwicklung des positiven Nachbildes,
4) Fortpflanzung dieser Netzhauterregung bis zum Gehirne,
5) Erkennung, dass das Nachbild hinreichend deutlich ist,
6) Entschluss zu reagiren,
7) Uebertragung auf die motorischen Centra,
8) Fortpflanzung dieser Erregung in den motorischen Nerven,
9) Bewegung des Fingers, um das Signal zu geben [1]).

Wenn nun gestattet wäre, die Zeittheilchen 1, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 gleich jenen Zeittheilchen anzusehen, welche auch in der Reactionszeit auf eine momentane Lichterregung vorkommen, so würde dann, nach Ermittlung dieser Zeit, der Unterschied zwischen der Reactionszeit auf ein Nachbild und jener einer Lichterregung, uns die Summe der zwei anderen Zeittheilchen, nämlich das Abklingen der Erregung der Netzhaut mehr das Entstehen des Nachbildes, angeben.

Dass in der Reactionszeit einer momentanen Lichterregung die beiden zuletzt erwähnten Zeittheilchen nicht vorkommen, ist gewiss und wir brauchen darüber auch keine weiteren Worte zu verlieren.

Ebenso klar ist, dass in beiden Vorgängen die Zeittheilchen, die wir oben mit 1, 6, 7, 8 und 9 bezeichnet haben, gleich sein werden, so bald das Licht in beiden Fällen momentan ist und womöglich die gleiche Intensität hat.

Fraglich kann nun sein, ob die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Netzhauterregung die gleiche ist, je nachdem dieselbe durch das intensive Licht eines elektrischen Funkens oder durch das eben sich entwickelte positive Nachbild erregt wurde; und fraglich ist es ebenfalls, ob die Erkennung des eben entstandenen Nachbildes mit derselben Raschheit erfolge wie die stattgefundene Erregung der Netzhaut durch den elektrischen Funken.

Da das Nachbild lichtschwächer als das erregende Licht ist,

---

1) Es ist selbstverständlich, dass wir in der Aufzählung dieser Zeittheilchen, die Fortpflanzung der Netzhauterregung durch das electrische Licht bis zum Gehirne und die Wahrnehmung desselben nicht anführen dürfen, da dieselben in der von uns gemessenen Zeit nicht enthalten sind; diese Vorgänge spielen sich ab, während die Erregung der Netzhaut abklingt und das Nachbild sich entwickelt.

so muss auch seine Erkennung etwas langsamer erfolgen als jene des einfachen Lichteindruckes, so dass in dem oben angedeuteten Unterschiede höchst wahrscheinlich auch ein Bruchtheil jenes Zeittheilchens enthalten sein dürfte, welcher zur Erkennung des Nachbildes erforderlich ist. Wir haben aber kein Mittel, um diesen Bruchtheil zu ermitteln.

Es ist weiter wahrscheinlich, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Folge der Erregung durch einen elektrischen Funken etwas grösser sei als jene in Folge des eben sich entwickelnden Nachbildes, weil erstere gewiss stärker als letztere ist. Die Frage lässt sich aber theoretisch nicht entscheiden, da alle Voraussetzungen, die wir machen könnten, nur hypothetischer Natur wären; eine experimentelle Entscheidung in diesem speciellen Falle ist aber ausgeschlossen. Wenn auch ein Unterschied vorhanden sein sollte, so ist derselbe gewiss so verschwindend klein, dass er wohl vernachlässigt werden kann.

Die eben angeführten Erörterungen zeigen uns, dass, wenn man von der Reactionszeit eines positiven Nachbildes jene einer Lichtempfindung abzieht, vorausgesetzt, dass alle übrigen Versuchsbedingungen unverändert bleiben, der Unterschied der Summe folgender Zeittheilchen gleich sein wird:

1) der Zeit des Abklingens der Netzhauterregung,

2) der Zeit bis das Nachbild hinreichend deutlich geworden ist und wahrscheinlich

3) einem Bruchtheile der Zeit, welche zur Erkennung der Deutlichkeit des Nachbildes erforderlich ist.

Um nun die Reactionszeit einer Lichtempfindung zu bestimmen, benützten wir dieselbe Anordnung der Apparate, welche in den früheren Seiten beschrieben wurde, und beobachteten die nämlichen Vorsichten, um einen vollkommen finsteren Raum zu haben; auch der Gang einer jeden Beobachtung blieb sich derselbe, wie für die Bestimmung der Reactionszeit des Nachbildes, nur mit der wohl selbstverständlichen Modification, dass nun der Reagirende den Hauptstrom unterbrach, sobald er den elektrischen Funken wahrnahm.

Die erzielten Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Datum.	Zahl der guten Beobachtungen.	Mittelwerth.	Mittlerer Fehler.	Schwankung in den einzelnen Beobachtungen.		
				Max.	Min.	Unterschied.
9. Nov. 1883 N.	9	0,151	0,020	0,185	0,121	0,064
10. Nov. 1883 V.	14	0,135	0,018	0,171	0,091	0,080
14. Nov. 1883 V.	8	0,143	0,011	0,180	0,111	0,069
15. Nov. 1883 V.	8	0,123	0,016	0,153	0,101	0,052
16. Nov. 1883 V.	11	0,134	0,025	0,179	0,101	0,078
17. Nov. 1883 V.	5	0,127	0,011	0,140	0,112	0,028
	55	0,136	0,019			

In vorliegender Tabelle fehlt die erste Versuchsreihe, weil der Reagirende noch nicht die hinreichende Uebung hatte; wir haben ausserdem aus den mitgetheilten Versuchsreihen alle jene Beobachtungen eliminirt, bei welchen entweder der Reagirende selbst angab nicht rasch genug reagirt zu haben, oder weil die erhaltene Reactionszeit im Vergleiche zu jener der übrigen Beobachtungen zu gross ausfiel. Es wurden aber im Ganzen nur 10 Beobachtungen eliminirt. Aus den 55 guten Beobachtungen wurde als Mittelwerth 0,136 S. berechnet mit einem mittleren Fehler von nur 0,019. Die Schwankung in den Mittelwerthen der einzelnen Reihen ist nicht gross, sie beträgt 0,151—0,123 = 0,028; dagegen ist jene der einzelnen Beobachtungen ziemlich ansehnlich, nämlich 0,185—0,091 = 0,094. Es muss aber ausdrücklich erwähnt werden, dass solche extreme Werthe nur höchst selten vorkommen.

Wenn wir nun die für die Lichtempfindung gefundene Reactionszeit (0,136 S.) von jener für das positive Nachbild (0,344 S.) abziehen, so bleiben 0,208 S., welche der Summe der oben S. 505 erwähnten Zeittheilchen entsprechen würde.

Wir haben unsere zeitmessenden Beobachtungen auch in einer anderen Weise vorgenommen.

Bei den in den vorhergehenden Seiten beschriebenen Versuchen über die Reactionszeit eines Nachbildes nahmen wir als Anfangsmoment der zu messenden Zeit das Entstehen des Funkens (Erregung der Netzhaut) und als Endpunkt die Wahrnehmung des eben hinreichend entwickelten Nachbildes.

Letzter Punkt lässt sich nicht ändern, wohl aber ist es möglich, als Ausgangspunkt das Signalisiren der Lichtempfindung zu benützen, und in diesem Falle wäre die gemessene Zeit zwischen Signalisiren der Lichtempfindung und jener des eben hinreichend entwickelten positiven Nachbildes eingeschlossen. Die Apparate müssen daher so angeordnet werden, dass, wenn der Reagirende die Lichtempfindung signalisirt, die Zeiger des Chronoscopes sich in Bewegung setzen, und deren Arretirung in dem Augenblicke erfolge, in welchem das entwickelte Nachbild signalisirt wird. Zu diesem Zwecke wurden die Apparate folgendermaassen angeordnet:

Die Contactvorrichtung (*C*) wurde ausgeschaltet, und dagegen in dieser Nebenleitung ein Taster eingeschaltet, welcher sich in der Nähe des Reagirenden befand; sobald nun dieser Taster niedergedrückt wurde, ergoss sich der Strom in die Hauptleitung und die Zeiger des Chronoscopes setzten sich in Bewegung; der Taster (*T*) in der Hauptleitung befand sich ebenfalls wie vorher in der Nähe des Reagirenden und beim Niederdrücken desselben, während der erste durch die ganze Zeit offen gehalten wurde, geschah die Unterbrechung der Hauptleitung, worauf die Zeiger des Chronoscopes nun still standen. Die Scheibenvorrichtung diente gegenwärtig nur dazu, um aus der hinreichend geladenen Flasche den Funken zu entlocken. Wir möchten diese Methode als jene der zweimaligen Signalisirung bezeichnen[1]). Alle übrigen Versuchsbedingungen waren nun auch bei diesen Beobachtungen genau dieselben wie bei den früheren.

Bei dieser Anordnung entfiel selbstverständlich der kleine Fehler, der durch das möglicherweise nicht Zusammenfallen der Entstehung des Funkens mit dem Oeffnen des Contacthebels bei

1) Ausser der im Texte erwähnten Methode benutzten wir noch eine zweite einfachere, bloss mit einem Taster in einer Nebenleitung, so dass, wenn der Reagirende diesen Taster niederdrückte, der Hauptstrom hergestellt wurde und die Zeiger des Chronoscopes sich in Bewegung setzten. In dem Augenblicke, in welchem das Nachbild deutlich genug auftrat, liess der Reagirende den Taster los, die Nebenleitung wurde wieder hergestellt, die Zeiger des Chronoscopes wurden in ihrem Laufe arretirt. Die mit dieser Methode angestellten Beobachtungen haben wir nicht benützt, da die erhaltenen Werthe, aus Gründen, die hier nicht weiter erörtert werden sollen, nicht verlässlich waren.

den früheren Beobachtungen hätte vorhanden sein können; dagegen sind andere Fehler möglich.

Der Reagirende zeigte nämlich die Lichtempfindung durch Niederdrücken des Tasters in der Nebenleitung mit dem Daumen der linken Hand an, das Erscheinen des Nachbildes dagegen durch Niederdrücken des Tasters in der Hauptleitung mit dem Daumen der rechten Hand. Der Gebrauch der beiden Hände, um zwei Erscheinungen zu signalisiren, kann leicht einen Fehler verursachen, welcher aber mit der Uebung geringer wird, da dieselbe Erscheinung immer mit derselben Hand signalisirt wird.

Ein anderer Fehler kann dadurch entstehen, dass die Aufmerksamkeit des Reagirenden gegenwärtig auf zwei Erscheinungen (Licht, Nachbild) gerichtet sein muss, die hintereinander erfolgen. Auch dieser Fehler kann durch die Uebung kleiner werden. Es muss aber weiter erwähnt werden, dass der letzte Fehler ein verschiedenes Zeichen haben kann, je nachdem die Aufmerksamkeit auf das Erscheinen des Funkens oder auf jenes des Nachbildes mehr gerichtet ist; im ersteren Falle muss die gemessene Zeit etwas länger, im zweiten etwas kürzer ausfallen. Es ist aber denkbar, dass diese kleinen Unterschiede bei Vornahme von mehreren Beobachtungen sich gegenseitig compensiren.

Wir bringen im Anhange Nr. 2 die ausführlichen Protokolle von 30 Beobachtungen, die wir nach der geschilderten Methode ausführten und bemerken, dass wir die allerersten Beobachtungen nicht mittheilen, weil bei denselben die Uebung noch eine zu geringe war.

Datum.	Zahl der guten Beobachtungen.	Mittelwerth.	Mittlerer Fehler.	Schwankung in den einzelnen Beobachtungen.		
				Max.	Min.	Unterschied.
24. November 1883	4	0,392	0,074	0,477	0,294	0,183
27. November 1883	7	0,263	0,066	0,469	0,195	0,274
28. November 1883	6	0,224	0,044	0,284	0,104	0,180
29. November 1883	6	0,251	0,042	0,304	0,182	0,122
	23	0,272	0,062			

In vorstehender Tabelle stellten wir zur leichteren Uebersicht die 23 Beobachtungen zusammen, die wir zur Ermittlung des Mittelwerthes benützten; die übrigen 7 haben wir aus Gründen, die in den Protokollen ersichtlich sind, ausgeschieden.

Aus vorstehender Tabelle ersieht man, dass der Mittelwerth 0,272 S. beträgt. Die Schwankung in den einzelnen Mittelwerthen ist nicht ansehnlich, nämlich 0,392—0,224 = 0,168. Der mittlere Fehler ist sehr gering, derselbe beträgt nur 0,062; dagegen ist die Schwankung in den Werthen der einzelnen Beobachtungen sehr gross, nämlich 0,477—0,104 = 0,373. Trotz dieser grossen Schwankung glauben wir jedoch, dass der berechnete Gesammtmittelwerth nicht wesentlich von der Richtigkeit abweichen dürfte, da aus den drei letzten Versuchsreihen, welche ziemlich übereinstimmende Mittelwerthe ergaben, sich als Gesammtmittelwerth 0,247 S. berechnen lässt, welcher nur um 0,025 S. kleiner ist als der frühere.

In dem eben ermittelten Werthe fehlt gänzlich jene Zeit, welche von der Erregung der Netzhaut bis zu deren Signalisirung verstreicht, und es wäre somit zu vermuthen, dass, wenn man diese beiden Werthe addirt, jene Zeit erhalten werden könnte, welche vom Entstehen des Funkens bis zur Signalisirung des Nachbildes gefunden wurde (Methode der einmaligen Signalisirung). Die eben angedeutete Summe ergiebt:

Reactionszeit einer Lichtempfindung	= 0,136
für das Nachbild mit der Methode der zweimaligen Signalisirung	= 0,272
	0,408.

Diese Summe ist um 0,064 S. grösser als der Werth (0,344 S.), der für die Reactionszeit eines Nachbildes (Methode der einmaligen Signalisirung) gefunden wurde.

Es wäre, wie erwähnt, zu erwarten gewesen, dass die Summe, wenn nicht kleiner, doch wenigstens gleich mit der Reactionszeit eines Nachbildes sich hätte herausstellen sollen, weil während des Ablaufens des Processes für die Signalisirung des Lichteindruckes das Abklingen der Netzhauterregung stattfindet, und die Entwickelung des Nachbildes beginnt.

Wir können uns nicht verhehlen, dass es wohl etwas Gewagtes ist, auf einen so kleinen Unterschied von 0,06 S. ein Gewicht zu legen, nachdem, wie die oben angeführten Tabellen zeigen, nicht

bloss die einzelnen Beobachtungen, sondern auch die Mittelwerthe der einzelnen Beobachtungsreihen Schwankungen darbieten, welche den eben angeführten Unterschied übersteigen.

Wollte man jedoch eine Erklärung dieses Unterschiedes geben, so glauben wir dieselbe im Folgenden zu finden.

Wenn bloss auf das Nachbild reagirt wird (Methode der einmaligen Signalisirung), ist die Aufmerksamkeit des Reagirenden bloss auf das sich entwickelnde Nachbild gerichtet, so dass dessen Signalisirung erfolgen kann, sobald dasselbe, wenn auch schwach doch hinreichend markirt ist. Bei den Versuchen dagegen mit zweimaliger Signalisirung ist die Aufmerksamkeit des Reagirenden zuerst auf das Erscheinen des Lichtes gerichtet, um darauf dessen Signalisirung so schnell als nur möglich vornehmen zu können, und erst nachher richtet er die Aufmerksamkeit auf das in der Entwicklung begriffene Nachbild.

Man kann wohl vermuthen, dass dieser Uebergang der Aufmerksamkeit von einem objectiven Gegenstande zu einer subjectiven Erscheinung, wenn auch dieselbe nach aussen projicirt wird, eine kleine Zeit in Anspruch nehmen werde. Es ist weiter wahrscheinlich, dass in letzterem Falle das in Entwicklung begriffene Nachbild etwas schärfer markirt (etwas weiter entwickelt) sein muss, um es mit Sicherheit erkennen zu können.

Aus dem Gesagten muss gefolgert werden, dass wenn der Reagirende bei der Methode der zweimaligen Signalisirung seine Aufmerksamkeit auf das in der Entwicklung begriffene positive Nachbild richtet, derselbe nicht im Stande ist ein Nachbild zu erkennen, welches nach der Methode der einmaligen Signalisirung höchst wahrscheinlich erkannt worden wäre.

Diese Erklärung würde auch für jenen Fall passen, in welchem die Summe der Reactionszeit eines Lichteindruckes und der Reactionszeit des Nachbildes nach der Methode der doppelten Signalisirung den gleichen Werth gegeben hätte, wie die Reactionszeit des Nachbildes nach der Methode der einfachen Signalisirung.

Tabelle I.

Nach der Methode der einmaligen Signalisirung.

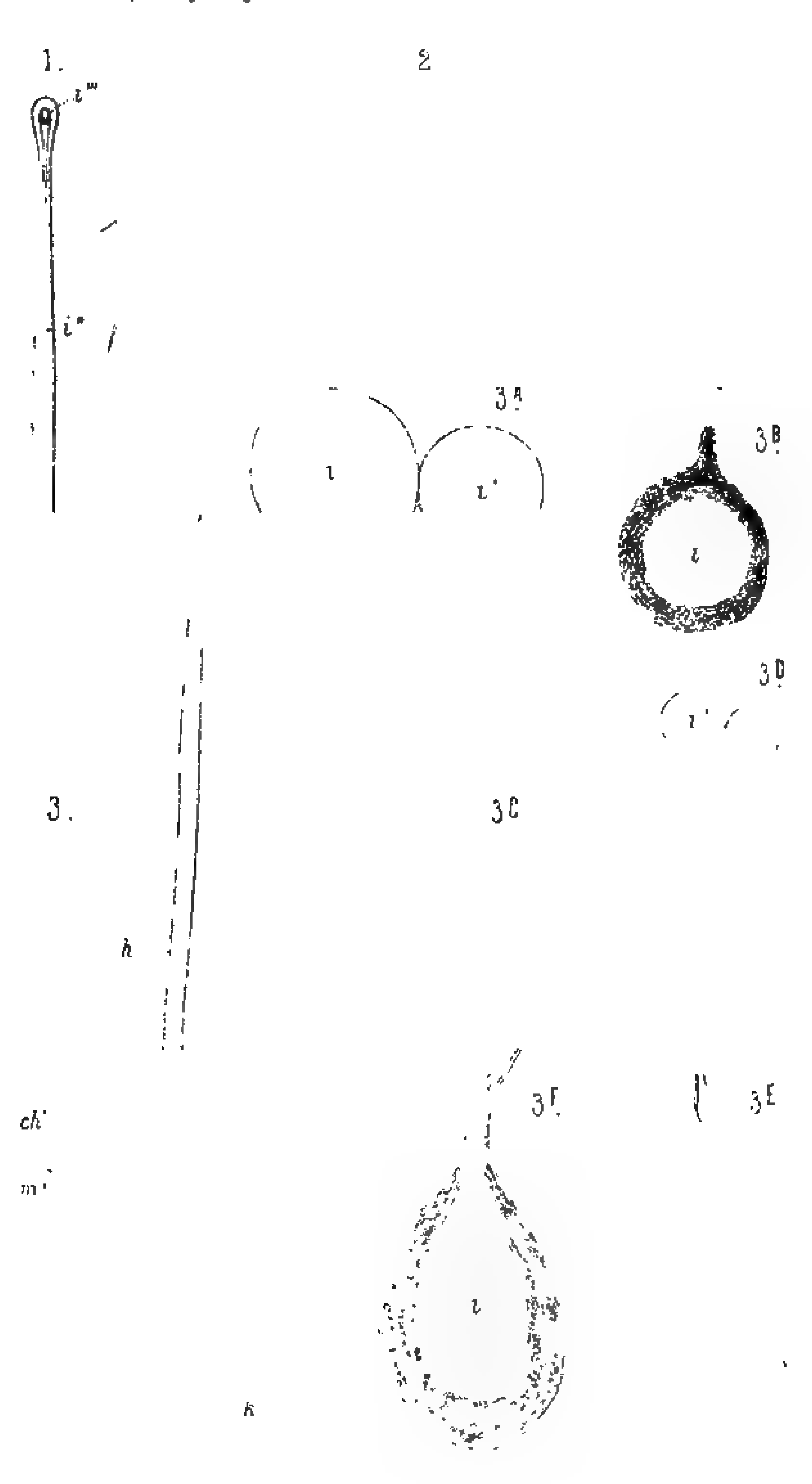
Nr.	Datum.	Werth.	Grösse des Funkens.	Blendung.	Nachbild.	Es wurde reagirt.
1*	29./XI. 1883	0,622	mittelgr.	gering	deutlich	nicht sehr rasch.
2	"	0,498	"	"	"	ziemlich rasch.
3	"	0,334	"	sehr gering	"	rasch.
4	"	0,350	"	gering	"	rasch.
5	"	0,374	"	"	"	sehr rasch.
6	"	0,337	klein	null	"	rasch.
7	"	0,328	mittelgr.	gering	"	rasch, sehr gute Beobachtung.
8	"	0,438	"	"	"	rasch, sehr gute Beobachtung.
9*	"	0,265	"	"	"	zu früh.
10*	1./XII. 1883	0,662	klein	null	klein	rasch.
11	"	0,314	mittelgr.	gering	deutlich	etwas langsam.
12	"	0,432	"	"	"	nicht sehr rasch.
13	"	0,378	"	"	"	nicht sehr rasch.
14	"	0,342	"	"	"	rasch.
15	"	0,369	"	"	"	ziemlich rasch.
16	"	0,346	"	"	"	ziemlich rasch.
17	"	0,300	"	"	"	rasch.
18*	"	0,535	"	"	"	langsam.
19	3./XII. 1883	0,370	"	"	"	nicht sehr rasch.
20	"	0,383	"	"	"	rasch.
21	"	0,265	"	"	"	sehr rasch.
22	"	0,238	"	"	"	sehr rasch.
23	"	0,280	"	"	"	vielleicht zu früh reagirt.
24	"	0,262	"	"	"	rasch.
25*	"	0,421	"	"	Der Kopf bewegt, das Nachbild weniger deutlich.	
26	"	0,344	"	"	deutlich	ziemlich rasch.
27	4./XII. 1883	0,440	"	null	"	ziemlich rasch.
28	"	0,276	"	gering	"	rasch.
29	"	0,428	"	"	"	ziemlich rasch.
30	"	0,352	"	"	"	rasch.
31	"	0,317	"	"	"	rasch.
32	"	0,239	"	"	"	sehr rasch.
33*	"	0,459	"	"	"	langsam.
34	"	0,273	"	"	"	sehr rasch.
35	"	0,356	"	"	"	ziemlich rasch.
36*	"	0,184	"	"	reagirt bevor das Nachbild deutlich genug war.	

Tabelle II.

Nach der Methode der zweimaligen Signalisirung.

Nr.	Datum.	Werth.	Grösse des Funkens.	Blendung.	Nachbild.	Es wurde reagirt.
1	24./XI. 1883	0,477	mittelgr.	gering	deutlich	sehr rasch.
2*	"	0,859	"	gering	undeutlich	langsam.
3	"	0,445	"	null	deutlich	sehr rasch.
4	"	0,249	"	gering	"	sehr rasch.
5	"	0,353	"	null	"	sehr rasch.
6*	27./XI. 1883	0,326	"	gering	undeutlich	sehr rasch.
7	"	0,469	"	"	deutlich	rasch.
8	"	0,195	"	"	"	sehr rasch.
9	"	0,205	"	"	"	nicht rasch.
10	"	0,233	"	"	"	rasch.
11	"	0,246	"	"	"	sehr rasch.
12	"	0,288	"	"	"	sehr rasch.
13	"	0,208	"	"	"	rasch.
14	28./XI. 1883	0,261	klein	null	,	sehr rasch.
15	"	0,212	mittelgr.	gering	"	sehr rasch.
16*	"	0,628	"	"	undeutlich	Nachbild auf einem Seitentheil der Netzhaut.
17	"	0,241	"	"	sehr deutlich	rasch.
18	"	0,104	"	null	" "	die rascheste von Allen.
19*	"	0,094	"	gering	deutlich	langsamer als die vorhergehende.
20	"	0,284	"	"	"	ziemlich rasch.
21	"	0,243	"	"	"	ziemlich rasch.
22	29./XI. 1883	0,297	"	"	"	rasch.
23	"	0,304	"	"	"	ziemlich rasch.
24*	"	0,679	"	etwas stärker	"	langsam.
25	"	0,250	"	null	"	ziemlich rasch.
26	"	0,195	"	"	"	sehr rasch.
27*	"	0,668	"	gering	"	ziemlich rasch.
28*	"	0,897	"	"	"	langsam.
29	"	0,182	"	"	"	rasch.
30	"	0,280	"	"	"	ziemlich rasch.

* Alle Beobachtungen mit diesem Zeichen wurden bei der Berechnung des Mittelwerthes vernachlässigt.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. Dewitz del. Verlag von Emil Strauss, Bonn.

3G

3H.

3J

i

i

i

i

3K

4.

ch'

6

7

a

b

b'

ch'

5

8.

c

b

c

b"

b'

ch'''

a

ch"

3L.

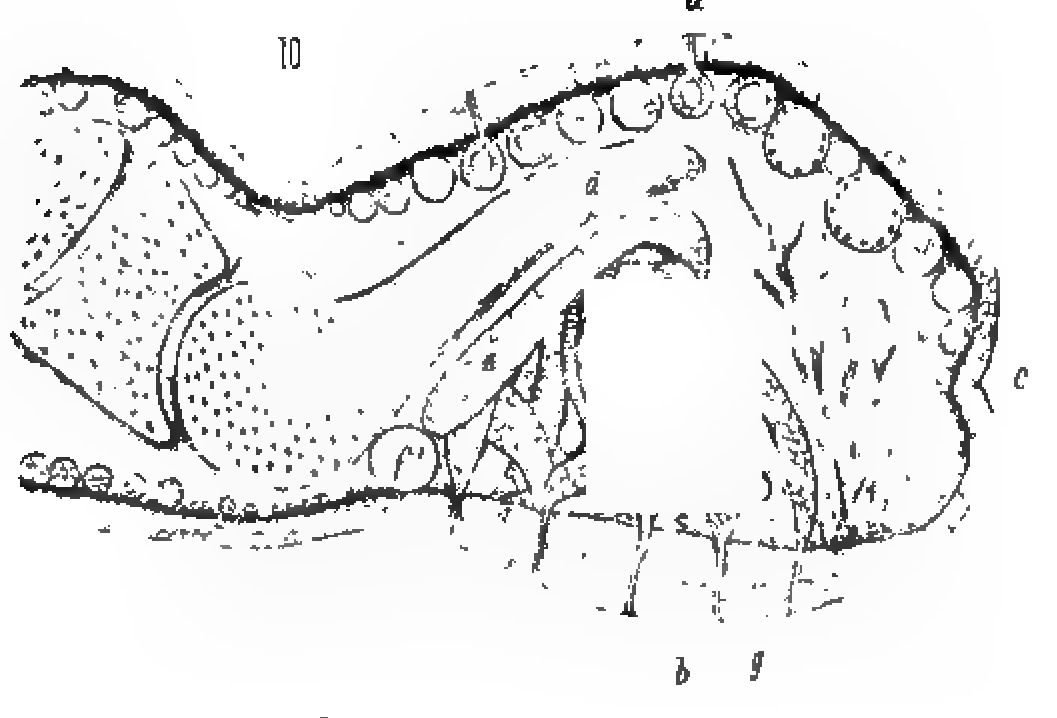
ch'

9

b

b'

b'


10
a
a
c
b
g
11
b
13 D
12
f
f
e
e'
i
i
f
e
e'
f
13 C
a
b
b
a
b
13
13 A
b
a
b
b
a
a
13 B

Ueber die Fettresorption im Dünndarme.

Oeffentlicher Brief an den Herausgeber Herrn Prof. Pflüger.

Von

Prof. **E. A. Schäfer**

in London.

Es ist vor Kurzem ein Artikel unter obenstehendem Titel von Herrn Prof. Zawarykin in Petersburg in Ihrem Archiv veröffentlicht worden[1]). Wenn Sie mir erlauben wollen, möchte ich Ihnen einige Bemerkungen darüber vorlegen.

Herr Zawarykin beschreibt als neue Ansicht das Uebertragen von Fettpartikeln aus dem Darminhalt in das Centralchylusgefäss durch die Mitwirkung der Lymphkörperchen, welche sich wie bekannt in der Darmschleimhaut und besonders in den Zotten derselben in grosser Menge befinden. Schon vor zehn Jahren habe ich mich überzeugt, und seitdem immer meinen Zuhörern dargethan, dass Fettresorption auf diese Weise stattfindet, mich stützend auf dieselbe Thatsache, worauf auch Herr Zawarykin so grosses Gewicht legt, nämlich das Vorkommen von zahlreichen Fettpartikeln in diesen Körperchen während der Verdauung von fettigen Speisen. Die Veröffentlichung dieser Ansicht ist aber nicht auf meine Collegien beschränkt gewesen: sie ist sogar schon vor mehreren Jahren gedruckt worden, und zwar zuerst im Jahre 1876. In der 8. Ausgabe von Quain's Anatomy[2]), Bd. II, S. 363 steht wie folgt:

„According to our own observations, the amoeboid lymph-corpuscles contained in the meshes of the retiform tissue, and which also extend amongst the columnar epithelium cells of the surface, become filled with fat globules during digestion: and we think it probable that these cells may serve as carriers of fatty matters into the lacteal, just as the white bloodcorpuscles are

1) Dies Archiv, Bd. 31, p. 231.

2) Redigirt von Sharpey, Thomson und Schäfer. Der citirte Abschnitt ist von mir in diese Ausgabe eingeschaltet.

known to convey minute solid particles out of the blood-vessels and into the lymphatics".

Später habe ich mich über diesen Gegenstand in noch bestimmterer Weise ausgedrückt. In meinem „Practical Histology" (London 1877, S. 194) sind zwei Methoden beschrieben, nach welchen die Bahnen der Fettresorption darzulegen sind, und die dadurch gewonnenen Resultate in folgenden Worten angegeben:

„In the two teased preparations — serum and osmic — many of the columnar epithelium cells will be found to contain fatty globules of various sizes (stained black in the osmic preparation). Similar, but for the most part smaller particles will also be found in the numerous lymphoid corpuscles which are set free from the retiform tissue of the mucous membrane by the process of teasing. In the sections the epitheliumcells and the lymph corpuscles will be observed, in situ, in the same condition, viz. containing blackened fatty particles, and moreover the cleft-like central lacteal in the middle of each villus will be found to contain similar globules. *Hence we infer that the fatty matters are first taken up from the cavity of the intestine by the columnar epithelium cells; that they are transmitted in some way from these to the amoeboid lymph cells, and that these again convey them to and discharge them into the central lacteal.*"

Seitdem ich dieses geschrieben, war ich, obgleich ich mich mehrmals mit derselben Frage beschäftigt habe, doch immer noch nicht im Stande eine ausführliche Abhandlung darüber zu liefern; jetzt aber bin ich einen Schritt weiter gekommen, und hoffe die Resultate meiner Untersuchungen in nächster Zeit der hiesigen Royal Society vorzulegen. Hier will ich nur deren Hauptresultate mittheilen, dass nämlich die Lymphkörperchen der Darmschleimhaut von der grössten Wichtigkeit sind, nicht nur in der Fettresorption sondern auch in den allgemeinen Assimilations- und Resorptionsvorgängen. Auch ist es sehr leicht zu beweisen, dass die Epithelzellen der Zotten keine so passive Rolle in dem Fettresorptionsvorgang spielen wie Herr Zawarykin meint: denn in einem gewissen Stadium sind diese Zellen von Fettpartikeln ganz voll gepfropft, wie dies in der That von Virchow, Köllicker und vielen Anderen schon vor langer Zeit beschrieben worden ist. Frühere Beobachtungen scheinen also von Prof. Zawarykin vollkommen ignorirt worden zu sein!

(Aus dem anatomischen Laboratorium zu Bonn.)

Ueber den Mechanismus der Fettresorption.

Von

Otto Wiemer, cand med.

Durch gemeinschaftliche Thätigkeit der Galle und des pancreatischen Saftes erfahren die neutralen Fette eine zweifache Umwandlung: sie werden in die Form einer sehr feinkörnigen haltbaren Emulsion übergeführt und unter Wasseraufnahme in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren gespalten; letztere verbinden sich mit den alkalischen Bestandtheilen des Darminhaltes zu Seifen. Der Verseifungsprozess tritt jedoch in seiner physiologischen Bedeutung der Emulsionirung der Fette gegenüber stark zurück und ist, wie es scheint, nur insofern von Einfluss auf den Vorgang der Fettresorption, als durch ihn die emulsive Vertheilung der neutralen Fette beschleunigt wird[1]). Allerdings trifft man nach der Nahrungsaufnahme geringe Quantitäten verseifter Fette im Pfortaderblut sowohl, wie im Ductus thoracicus an; allein der sichere Nachweis eines Ueberganges von Spuren der Fettseifen durch die Darmcapillaren in das Blut der Pfortader lässt sich schon aus dem Grunde schwer erbringen, weil unzweifelhaft immer geringe Quantitäten von Seifen im Blute in wechselnder Menge anzutreffen sind. Ferner vollzieht sich die Verseifung im Darmrohre sehr langsam, so dass sie für die Fettresorption auch aus diesem Grunde von untergeordnetem Werthe erscheinen muss.

Der bei Weitem grösste Theil der genossenen Fette gelangt somit wahrscheinlich chemisch unverändert, jedoch im Zustande äusserst feinkörniger Emulsion zur Resorption. Und in der That

---

1) E. Brücke, Ueber die physiologische Bedeutung der theilweisen Zerlegung der Fette im Dünndarm. Sitzungsber. der Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 61, Abth. II, 1870.

ergiebt die Untersuchung des Chylus, dass neben minimalen Mengen von Seifen sich nur unverseiftes Fett in ihm vorfindet. Es kann hiernach nicht bestritten werden, dass vom Darme aus ein Uebergang der neutralen Fette durch die Epithelialdecke der Zotten in das centrale Chylusgefäss derselben stattfindet. Allein der eigentliche Mechanismus dieser Ueberführung war bisher Gegenstand zahlreicher Diskussionen und ist auch zur Zeit noch nicht völlig aufgeklärt.

Während nämlich die Aufnahme der verdauten Proteïde in Form leicht diffundirbarer Peptone, sowie die der gelösten Kohlehydrate wenn auch freilich nicht in ausreichender Weise, nach den mechanischen Principien der Osmose verständlich wird, genügt für unveränderte, genuine Eiweisskörper, die schwer diffundirbaren Producte der proteolytischen Verdauung und vor Allem die unzerlegten neutralen Fette, die Wirkung der Osmose nicht, um den Uebergang dieser Stoffe in die Blutcapillaren, beziehungsweise Chylusgefässe zu erklären. Auch der Druck, den die peristaltischen Bewegungen auf die Darmcontenta ausüben, in Verbindung mit Contraktionen der als Saugapparat wirkenden Zotten, reicht nicht aus, um etwa eine Filtration der Fettkügelchen durch das Protoplasma der Zotten in das Chylusgefäss wahrscheinlich oder auch nur möglich zu machen.

Da sonach die Resorption der Fette durch die einfachen Wirkungen physikalischer Kräfte nicht zu Stande kommt, musste es darauf ankommen, in der Darmwand Strukturverhältnisse aufzufinden, welche uns einen energischen Uebergang der Fette aus dem Darmrohr in die Chylusgefässe begreiflich finden lassen. Allein die vielfachen Bestrebungen, durch Erforschung der histologischen Structur der Dünndarmzotten die Wege des Fettes zu ermitteln, haben bei den grossen Schwierigkeiten, welche diese Untersuchungen bieten, noch nicht die wünschenswerthe Klarheit in den Process der Fettresorption gebracht.

In einer der jüngsten Arbeiten über diesen Gegenstand bezeichnet Th. Zawarykin [1]) die Lymphzellen der adenoïden Substanz der Zotten als die Träger der Fettresorption, indem diese das im Zustande feinkörniger Emulsion befindliche Fett aus dem Darmrohr auffangen und durch die Cylinderepithelien, das sub-

1) Zawarykin, Ueber die Fettresorption im Dünndarm. Dies Arch. Bd. XXX, 1883.

epitheliale Endothel und das Zottenparenchym hindurch in die centralen Chylusgefässe führen sollen.

Bei der principiellen Wichtigkeit, welche eine endgültige Entscheidung des nach so verschiedenen Richtungen hin interpretirten Mechanismus der Fettresorption hat, musste es von Werth sein, zu ermitteln, ob die Lymphzellen in der That die physiologische Bedeutung für den Resorptionsvorgang haben, welche Zawarykin denselben zuschreibt. Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. M. Nussbaum stellte ich daher eine Reihe von Experimenten und Untersuchungen an, welche über die Beziehung der Lymphzellen zur Fettresorption Licht verschaffen sollten.

Vor Beschreibung der Versuche möge jedoch eine kurze Skizze der historischen Entwickelung, welche unsere Kenntnisse über die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut durchmachten, sowie eine Auseinandersetzung der Zawarykin'schen und der dieser nahestehenden Watney'schen Fettresorptionstheorie eingeschaltet werden.

I.

Aeltere Resorptionstheorien.

a. Struktur der Epithelschicht.

Zur Aufhellung der Wege, welche das Fett vom Darm aus durch das Epithel in die tiefer liegenden Schichten verfolgt, wurden nach Entdeckung des epithelialen Ueberzuges durch Henle[1]) die ersten nennenswerthen Versuche gemacht durch Gruby und Delafond[2]), welche für die Epithelzellen eine nach dem Darmlumen zu liegende, bald offene, bald mehr oder weniger geschlossene

1) Henle, Symbolae ad anatomiam villor. intestin. etc. Berol. 1837.

2) Comptes rendus hebdom. des séances de l'Acad. des sciences. Paris. T. 16 du 5 Juin 1843. Die wichtigsten Thesen in dieser Arbeit lauten:

Chaque cellule d'épithelium est pourvue d'une cavité dont l'ouverture externe est parfois béante, et d'autrefois plus au moins exactement fermé.

A la surface des épitheliums des villosités de l'intestin grêle du chien, existent des corps vibratils, non encore decrits, dont la fonction est peut-être de déplacer, quand il est necéssaire, le chyle brut qui est en contact avec les épitheliums.

Oeffnung annahmen und auch für den entgegengesetzten Theil derselben eine solche voraussetzten, wenngleich sie letztere nicht zu beobachten vermochten.

Im Anschluss an diese Beobachtung vertrat Brücke[1]), gestützt auf die physiologische Thatsache des Uebergangs neutraler Fette in die Epithelzellen, sowie die Ergebnisse seiner unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung, mit Bestimmtheit die Ansicht, dass die Fettkörnchen bei ihrem Eintritt in die Cylinderepithelien keine dieselben verschliessenden Membranen anträfen, sondern eine weiche protoplasmatische Masse, durch welche sie leicht nach den mehr central gelegenen Parthien der Zotte gelangen könnten. Brücke sagt sich damit los von der alten Annahme, dass die Zelle stets von einer allseitig geschlossenen Membran umgrenzt sei, und glaubt zugleich die Widersprüche zu vermeiden, in die man sich verwickelt bei der Voraussetzung, dass die Cylinderzellen gegen die Darmhöhle hin durch eine feste, homogene Membran geschlossen seien.

Demgegenüber machten Funke[2]) und Kölliker[3]) die Wahrnehmung, dass die Epithelzellen der Dünndarmzotten an ihrem freien, an die Darmhöhle anstossenden Rande eine verdickte Membran, den „Basalsaum" mit feiner radiärer Streifung trügen. Diese Streifen deutete Kölliker als feine Porenkanäle und brachte sie in direkte Beziehung zur Fettaufnahme, indem er glaubt, dass das Fett in so feinen Molecülen resorbirt würde, dass dieselben durch die fraglichen Kanälchen hindurchdringen könnten.[4])

Was Kölliker für verdickten, porösen Basalsaum der Cylinderepithelien erklärte, bezeichneten Brettauer und Steinach[5]) als

1) Brücke, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. VI. 1854.

2) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie von Siebold und Kölliker, Bd. VII, 1855, p. 315 seqq.

3) Verhandlungen der physikal.-med. Gesellsch. zu Würzburg Bd. VI.

4) Analoge Strukturverhältnisse beobachtete Köllicker auch anderweitig; z. B. an Epidermiszellen der Frösche und des Störs, an den Epithelialplättchen der Cardiahälfte des Magens der Mäuse, an den porösen Eihüllen bei Tänien, Holothurien, Insekten u. s. f. Er formulirte die physiologische Bedeutung der Porenkanälchen in Zellmembranen im Allgemeinen dahin, dass sie zur Stoffaufnahme und -Abgabe durch die Zellen in Beziehung stehen, dieselben erleichtern und begünstigen.

5) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1857, Bd. XXIII.

ein Aggregat pallisadenartig nebeneinander angeordneter prismatischer Protoplasmastäbchen, welche, mit dem Zellinhalte in enger Verbindung stehend, bei nüchternen Thieren weit aus der Zelle herausragen, während der Verdauung und Resorption dagegen um mehr als die Hälfte kürzer und ohne die erwähnte charakteristische Zusammensetzung erscheinen. Diese am Darmepithel beobachtete Struktur vermochte auch Heidenhain [1]) in überraschender Deutlichkeit wiederzufinden und auch er spricht sich dahin aus, dass der Zellinhalt mit der unzweifelhaft selbstständigen seitlichen Zellwand in nur lockerem Zusammenhange stehe.

Die stäbchenförmigen, aus jeder Epithelzelle hervorragenden Fortsätze, wie sie von Brettauer und Steinach an frischen Dünndarmzotten beschrieben wurden, sah L. v. Thanhoffer [2]) an frischen Dünndarmzotten der Frösche in lebhafter Bewegung abwechselnd aus den Zellen hervorspringen und sich in dieselben zurückziehen. Diese Fortsätze erklärt Th. als „flimmerhaarähnliche Fortsetzungen des starrflüssigen Zellinhaltes" und bringt sie zum Fettresorptionsvorgang in enge Beziehung, indem dieselben zwischen sie gelangte Fettkörnchen ergreifen und in das Innere der Epithelzellen befördern sollen. Auch hält Th. es für wahrscheinlich, dass durch die Galle, sowie die verdauten Fette und den alkalisch reagirenden Darminhalt die Bewegung der Protoplasmafortsätze und damit die Resorption der Fette beschleunigt werde. Mit Th. erklärt auch Fortunatow [3]) die Streifung des Basalsaumes der Zotten für den optischen Ausdruck protoplasmatischer Fortsätze.

In Uebereinstimmung mit diesen Angaben konnte Wiedersheim [4]) am Darme von Spelerpes fuscus, sowie von jungen Haifischexemplaren, dasselbe Phänomen beobachten; er constatirte, dass das Protoplasma am Rande einzelner Zotten in aktiver amöboïder Bewegung begriffen war, und dass an den faserartigen Fortsätzen

1) Heidenhain, Die Absorptionswege des Fettes. In Moleschott's Unters. z. Naturl. des Menschen und der Thiere. 1858. Bd. IV.

2) L. v. Thanhoffer, Beiträge zur Fettresorption und histologischen Struktur der Dünndarmzotten. Dies Archiv Bd. VIII, 1874.

3) Dies Archiv Bd. XIV, 1877.

4) Wiedersheim, Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut. Festschr. d. 56. Vers. d. Naturf. u. Aerzte zu Freiburg i. Br. 1883.

sich langsam Formveränderungen vollzogen. W. sieht hierin einen der — genealogisch gesprochen — zuerst bei Protozoen und Coelenteraten wahrgenommenen intracellulären Nahrungsaufnahme analogen Vorgang und fasst die amöboïde Bewegung der Epithelzellen als ein „uraltes Erbstück von den niedersten Wirbellosen her“ auf.

b. Weg des Fettes im subepithelialen Gewebe.

Wenn nun auch im Allgemeinen der Anfangstheil des Weges, den das Fett bei seiner Resorption verfolgt, nach der Ansicht der meisten Forscher als feststehend und in dem Protoplasma der Epithelzellen als gegeben zu betrachten ist, so sind damit doch die Schwierigkeiten, welche sich dem Verständniss der Fettresorption entgegenstellen, nur zum kleinen Theile als beseitigt anzusehen: die Strecke vom unteren Ende der Cylinderepithelien bis zum centralen Chylusgefäss hat bisher einer definitiven Aufhellung ungeachtet zahlreicher Bemühungen getrotzt. Schon Gruby und Delafond (loc. cit.) sprechen sich, ohne ihre Vermuthungen auf unmittelbare Anschauung zu stützen, dahin aus, dass die Epithelzellen an ihrem spitzen Ende feine Oeffnungen besässen, welche den Fetttröpfchen den Austritt aus dem Epithel in das Innere der Zotten gestatteten. Diese Annahme adoptirt aus theoretischen Gründen auch Brücke (loc. cit.), gleichfalls ohne durch das Mikroskop objektiven Aufschluss über die hypothetischen Oeffnungen erhalten zu haben. Br. stellt sich vor, dass die Epithelzellen einer intermediären, sie vom Zottenparenchym abgrenzenden Membran aufsitzen und sich mit einer offenen Spitze in dieselbe einsenken. Auch diese, der membrana propria der Drüsen analoge, strukturlose Auskleidungsmembran vermochte Br. nicht zu isoliren.

Ueber den Ursprung der Chylusgefässe giebt Brücke an, dass sie ein dendritisch verzweigtes Gefässsystem darstellen, welches in den feineren Ramificationen seine selbstständigen Wandungen verliert und mit interstitiellen Gewebsräumen, die sich zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen und in den Zotten befinden, in offene Verbindung tritt. Innerhalb der Zotten nimmt er keine eigentlichen Chylusgefässe an: der Chylus ergiesst sich vielmehr in die freien interstitiellen Bindegewebsräume, um von Chylusgefässen mit selbstständiger Wandung aufgenommen zu werden.

Demgegenüber enthalten die Zotten nach Donders [1]) ein centrales, mit eigener Wandung versehenes Lymphgefäss; v. Leydig [2]) spricht ferner die Ansicht aus, dass die Chylusgefässe im Grundgewebe der Zotten „durch verzweigte Hohlräume des Bindegewebes" dargestellt würden. Diese Bindegewebslücken hält Leydig für bleibend und vorgebildet.

Heidenhain, der (loc. cit) dem Bau des subepithelialen Gewebes der Zotten besondere Aufmerksamkeit widmet, weist in diesem ein Canalsystem präformirter Fettstrassen nach. Aehnlich den Fortsätzen der Ganglienzellen besitzen, wie H. zeigte, die Epithelzellen an ihrem, an das Zottenparenchym stossenden Ende kürzere oder längere Ausläufer, welche manchmal kernhaltige Anschwellungen zeigen und mit den Bindegewebszellen im Schleimhautstroma anastomosiren sollen. Das Fett verfolgt nun durch die im subepithelialen Gewebe liegenden hohlen Fortsätze der Epithelzellen seinen Weg durch die Bindegewebszellen und deren Ausläufer bis in das centrale Chylusgefäss. H. hat allerdings ebensowenig den direckten Zusammenhang zwischen Epithelzellen und Bindegewebskörperchen gesehen, wie er eine Einmündung der Ausläufer der letzteren in das Chylusgefäss nachzuweisen im Stande war. Diese Verbindungen glaubt jedoch Eimer [3]) erforscht und den thatsächlichen, von Heidenhain nur vermutheten Zusammenhang nachgewiesen zu haben. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch v. Thanhoffer, während Erdmann [4]) die Existenz präformirter Wege in Abrede stellt und jeglichen Zusammenhang zwischen Epithelzellen und Bindegewebskörperchen leugnet. Letzterer vertritt die Ansicht, dass das Fett in Form eines feinen Nebels resorbirt würde; die bei der mikroskopischen Beobachtung auftretenden Fetttröpfchen seien eine postmortale Erscheinung. Ebenso verwirft Dönitz [5]) jede Form von präformirten Resorptionswegen.

1) Lehrbuch der Physiologie; übersetzt von Theile.

2) Lehrb. der Histologie.

3) Eimer, Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 48, 1869.

4) Erdmann, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms. Inaug.-Dissert. Dorpat 1867.

5) Dönitz, Ueber die Schleimhaut des Darmkanals. Arch. f Anat. und Phys. 1864.

II.

Die Fettresorptionstheorien von Zawarykin und Watney.

Die angeführten kurzen historischen Bemerkungen zeigen hinlänglich, dass die Erforschung der Struktur der Dünndarmzotten und der Wege des Fettes in ihnen die divergirendsten Resultate lieferte und noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten ist. Ueberhaupt wird die physiologische Erklärung der Fettresorption so lange auf Schwierigkeiten stossen, als über den anatomischen Bau der Darmwand unentschiedene Controversen obwalten. Umsomehr verdient eine Fettresorptionstheorie entschiedene Beachtung, welche diese Contraversen vermeidet und in einfacher, plausibler Weise den Uebergang der Fette aus dem Darmrohr in das centrale Chylusgefäss der Zotten verständlich macht. Ich meine die schon oben berührte neue Beobachtung Zawarykin's, nach der „die Kräfte, welche das Fett aus dem Darmlumen fangen und dieselben weiter befördern, in den Lymphzellen der adenoïden Substanz der Darmzotten gegeben“ sind.

Z. trifft die Lymphzellen oder Leucocyten in allen Theilen der Zotte an. Im epithelialen Ueberzug der Zotten liegen sie zwischen Cylinder- und Becherzellen in verschiedener Menge in allen möglichen Zonen vom subepithelialen Endothel bis dicht an den Basalsaum heran. Dabei zeigen sie die mannichfaltigsten Formverschiedenheiten, strecken nach einer oder mehreren Seiten bald längere, bald kürzere protoplasmatische Fortsätze aus: ein Zeichen, dass sie vor ihrer Fixirung durch Ueberosmiumsäure in lebhafter amöboïder Bewegung begriffen waren.

Die amöboïde Beweglichkeit der Leucocyten hat nach Z. einen doppelten Zweck: einmal soll sie eine Durchwanderung derselben durch die Cylinderepithelien in verschiedenen Richtungen ermöglichen, dann aber auch die Aufnahme von Fettmolekülen aus dem Darmrohre erklären. Manchmal will Z. beobachtet haben, wie sie mit einem Theile ihres Leibes über den Basalrand hinaustreten. Immer schicken sie zwischen die Epithelien einen Fortsatz, in welchen die Fettmoleküle durch die Thätigkeit der cilienartigen Fortsätze des Protoplasmas der Epithelzellen befördert werden. Haben sie sich hinreichend mit Fetttheilchen gefüllt, so treten sie mit dem gesammelten Fett ihre Wanderung durch das subepitheliale Endothel in das Zottenparenchym und den centralen Chylus-

raum an. Gleichzeitig strömen neben diesen fetthaltigen Leucocyten die fettfreien nach dem Epithel zu, um sich daselbst von Neuem mit Fettmaterial zu versorgen.

Z. hat die fetthaltigen Lymphzellen weiterhin in den Lieberkühnschen Krypten zwischen deren Epithel gesehen, ferner im Blute der im Zottenparenchym und der Submucosa verlaufenden Arterien und Venen, wo sie als fetthaltige weisse Blutkörperchen auftreten, sowie im lockeren, faserigen Bindegewebe der Submucosa. Als besonders thätige Organe bei der Fettresorption bezeichnet Z. die Follikel der Peyer'schen Plaques; daselbst kommen die Fetttröpfchen in grossen Conglomeraten vor, welche einem Complex mehrerer Lymphzellen zu entsprechen scheinen und als Riesenlymphzellen bezeichnet werden könnten. Vor Allem aber zeigt das Cylinderepithel der Peyer'schen Follikel auffallende Verhältnisse: hier treten die Leucocyten in grossen Nestern auf und scheinen durch ihre kolossale Menge Metamorphosen in den Cylinderepithelien hervorzurufen.

Auf den ersten Blick scheint diese von Zawarykin gegebene Theorie in hohem Grade geeignet, eine endgültige Lösung des Problems der Fettresorption in ansprechender und ungezwungener Weise zu geben: wir finden in ihr befriedigende Auskunft nicht allein über den Weg, den das Fett aus dem Darme durch die Epitheldecke der Zotte nimmt, sondern auch über die Bahnen, welche es bis zum centralen Chylusgefäss hin einschlägt, deren Klarstellung trotz der Anstrengungen namhafter Forscher immer noch keine vollständige und unangefochtene ist. Eine Prüfung der Beziehungen zwischen Lymphzellen und Fettresorption muss daher umsomehr von Interesse sein, als das Vorkommen von Lymphzellen in der Darmwandung schon von anderen Autoren beobachtet worden ist, und sich andererseits in der Litteratur vereinzelte Angaben finden, nach denen andere Elemente, als die Epithelzellen, bei der Resorption der Fette in Betracht kommen.

Dass im reticulären Bindegewebe des Zottenparenchyms sowohl, wie in den Epithelzellen der Darmzotten, mit Lymphzellen identische Elemente auftreten, ist eine schon lange bekannte Thatsache: Rindfleisch [1]) erwähnt das Vorkommen rundlicher Zellen

1) Rindfleisch, Inwiefern und auf welche Weise gestattet der Bau der verschiedenen Schleimhäute den Durchgang von Blutkörperchen etc. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 22. 1861.

in den tieferen Schichten des Epitheliallagers, welche von Weber [1]) als junge, unentwickelte, zum Ersatz der abgestorbenen bestimmte Epithelzellen aufgefasst, von Eberth [2]) hingegen mit Schleim- und Lymphkörperchen identificirt werden. Aehnliches beobachtete Lipsky [3]) zwischen den Basen resp. Spitzen der einfachen epithelialen Zellreihen.

Arnstein [4]) gewahrte, dass die im Epithelialstratum auftretenden Lymphzellen während des Resorptionsaktes regelmässig Fett aufnähmen und zurückbehielten. Für die Frage nach dem Mechanismus der Fettresorption sucht A. die lymphatischen Zellen jedoch nicht weiter zu verwerthen; es kommt für ihn nur darauf an, dass die in das Epithelialstratum eingewanderten Zellen zum Theil zwischen den Epithelien in das Darmlumen austreten, zum Theil von den Cylinderzellen aufgenommen werden. Letzteres führt A. an als Beleg für die Annahme, dass den Cylinderepithelien die vielbesprochene Basalmembran nicht zukomme.

Bezüglich der Resorptionsfrage geht auch Stöhr [5]) nicht weiter: Stöhr weist eine massenhafte Durchwanderung lymphoïder Zellen durch das Epithel nicht nur der solitären und conglobirten Drüsen des Darmes, sondern auch der Tonsillen, Balgdrüsen, sowie der Drüsen der Bronchialschleimhaut nach und findet, dass sich die Wanderzellen zwischen den Epithelzellen durchschieben; diese selbst sind von ihnen nicht durchsetzt. Ob Hunger oder Verdauungszustände Einfluss auf die Durchwanderung haben, lässt St. unentschieden, noch weniger sucht er in der angeführten Arbeit eine direkte Beziehung der lymphoïden Zellen zur Fettresorption aufzudecken.

Während die genannten Autoren keine Wechselbeziehung zwischen Lymphzellen und Fettresorption annehmen, stehen auf-

---

1) Weber, Ueber den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes etc. Müllers Archiv 1847.

2) Eberth, Ueber den feineren Bau der Darmschleimhaut. Würzb. naturw. Zeitschr. 1864, Bd. V.

3) Lipsky, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Darmkanals. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 55. 1867.

4) Arnstein, Ueber Becherzellen und ihre Beziehung zur Fettresorption und Sekretion. Virch. Arch. f. path. Anat. Bd. 39. 1867.

5) Stöhr, Ueber die peripheren Lymphdrüsen. Vortr. geh. in der 11. Sitzung d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. 19. Mai 1883.

fallender Weise die bereits im Jahre 1876 veröffentlichten Beobachtungen Watney's[1]) der Zawarykin'schen Ansicht über den Vorgang der Fettresorption sehr nahe. W. findet, dass das Fett durch ein Netzwerk aus protoplasmatischer Substanz seinen Weg durch die Epitheldecke in die Lymph- und wahrscheinlich auch in die Blutgefässe verfolgt. Dies Netzwerk gleicht dem, welches sich in den Follikeln der Peyer'schen Plaques findet. Auch in dem epithelialen Ueberzuge weist W. ein netzförmiges Gerüst nach, in dessen Maschen Lymphzellen, „lymph-corpuscles" eingelagert sind. Diese Lymphkörperchen können nach W. so massenhaft auftreten, dass sie die Epithelzellen, wenigstens in den unteren Parthien, wo sie manchmal in mehreren Lagen erscheinen sollen, zu verdrängen scheinen. An Zerzupfungspräparaten vermochte W. den Nachweis zu führen, dass die in der Epitheldecke vorkommenden Lymphkörperchen nicht in der Substanz der Epithelzellen liegen, sondern sich zwischen ihnen befinden; an den von den Lymphzellen eingenommenen Stellen zeigen die Epithelzellen entsprechende Vertiefungen. — Bei Thieren, die, während die Fettresorption in Gang war, getödtet wurden, fanden sich in Schnitten senkrecht zur Längsachse der Cylinderzellen die Fettkügelchen in Reihen zwischen den Epithelzellen angeordnet, während Querschnitte der letzteren sich frei von ihnen erwiesen. An Schnitten, die der Axe der Zotte parallel gelegt wurden, konnte W. dieselben Verhältnisse, wenn auch unter grösseren Schwierigkeiten beobachten. In manchen Fällen war eine sichere Entscheidung darüber, ob das Fett in den Epithelzellen, oder zwischen ihnen in den Fortsätzen des Maschenwerks liegt, durch Druck auf das Deckglas und Hin- und Herschieben desselben zu ermöglichen, und es liess sich dann darthun, dass das Fett reihenförmige Anordnung an den Rändern der Epithelzellen zeigte. Diese Beobachtungen führten W. zu dem Schluss, dass das fein vertheilte Fett durch das protoplasmatische Netzwerk zwischen den Epithelzellen eindringt; für die Annahme, dass es durch letztere selbst absorbirt wird, fand W. keine genügenden Anhaltspunkte. — Endlich betont W., dass die Absorption nicht durch einfach mechanische Kräfte zu Stande kommt — Nachdrängen von Chylusmasse, Contraktion der Zotten —, son-

1) H. Watney, The Minute Anatomy of the Alimentary Canal. Philosophic. Transact. of the Royal Society. Vol. 166. 1876. p. 451 seq.

dern dass das Netzwerk selbst aktiven Antheil an dem Process nimmt.

Es kann wohl kaum einem begründeten Zweifel unterliegen, dass Zawarykin und Watney analoge anatomische Verhältnisse in den Darmzotten gefunden und den lymphoïden Elementen dieselbe physiologische Bedeutung für die Fettresorption beigelegt haben. Beide Forscher kommen zu dem übereinstimmenden Resultate, dass den Epithelzellen jede wesentliche Betheiligung an der Entfernung der Fette aus dem Darmrohre abzusprechen sei. Z. schliesst sie jedoch insofern nicht ganz vom Resorptionsakte aus, als er an sehr feinen, die Dicke einer Zelle lange nicht erreichenden Längsschnitten durch die Cylinder die Beobachtung machte, „dass die Basalsäume der je zwei benachbarten Cylinder „sich gegenseitig nicht berühren, sondern zwischen ihnen ein leerer „Raum in der Form eines ausgezogenen, mit der Basis zum Darm-„lumen hin gerichteten Dreiecks übrig bleibt, wohin die Fettmoleküle „sich einsenken und wo sie wirklich fast immer gefunden werden. „Diese Stellen scheinen die Ausgangspunkte für die Fettresorption „zu sein.“ — Weiteren Aufschluss über das Verhalten der Zottenepithelzellen giebt Zawarykin nicht.

Durch ihre, ausschliesslich die Lymphzellen als die bei der Fettresorption funktionirenden Organe ansprechenden Theorien stellen sich beide Forscher in Gegensatz zu der fast allgemein herrschenden Ansicht, dass die Epithelzellen selbst den Anfangstheil der Fettstrassen darstellen. In der Litteratur begegnen wir nur ganz vereinzelten Angaben, denen zufolge wir in anderen Gebilden, als in den Cylinderepithelien, die Träger der Fettresorption zu erblicken haben. In dieser Hinsicht verdient besonders die s. Z. vielbesprochene Theorie Letzerichs [1]) Erwähnung; derselbe beschreibt als die einzigen Organe der physiologischen Fettresorption zwischen den Epithelzellen gelegene, birnförmige, kernlose Gebilde, die er „Vacuolen“ nennt und welche durch verzweigte und mit einander anastomosirende Fortsätze mit dem Chylusgefäss der Zotte communiciren sollen. Das Auftreten von Fettmolekeln in den Epithelien wird nach L. überhaupt nur dann beobachtet, wenn unnatürlich grosse Fettmengen verfüttert worden sind, wodurch in

---

1) Letzerich, Ueber die Resorption der verdauten Nährstoffe im Dünndarm. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 37, 1866.

den Zellen ein pathologischer Zustand hervorgerufen werden soll. Nach den Untersuchungen von Eimer[1]) und Fries[2]) haben jedoch die mit den Vacuolen zu identificirenden Becherzellen nur die Bedeutung von Sekretionszellen, welche den Epithelien die resorbirende Thätigkeit ermöglichen und erleichtern sollen.

Erdmann lässt (loc. cit.) das Fett gleichfalls seinen Weg zunächst nicht durch die Epithelzellen selbst nehmen, sondern durch eine dieselben verbindende Kittsubstanz.

Eimer[3]) endlich fand an feinen Längsschnitten von Zotten der Fledermäuse und Ratten zwischen je zwei Cylinderzellen eine Reihe von feinsten Fettkörnchen; einen Erklärungsversuch dieser Thatsache giebt E. jedoch nicht, ohne damit die Möglichkeit einer Existenz besonderer Wege für das Fett zwischen den Epithelzellen von der Hand zu weisen.

Von diesen wenigen Angaben abgesehen, tritt das Fett bei seiner Resorption nach der allgemeinen Anschauung der Forscher zunächst in die Substanz der Epithelzellen ein.

III.

Eigene Untersuchungen.

Die Theorie, dass die Lymphkörperchen als die bei der Ueberführung der Fette allein funktionirenden Organe zu betrachten sind, giebt eine a priori durchaus verständliche Erklärung des Mechanismus der Fettresorption.

Während nämlich bei höheren Thieren gewisse, als „Gewebe" bezeichnete Gruppen von Zellen nach dem Princip der physiologischen Arbeitstheilung durch bestimmte Grundeigenschaften ihres Protoplasmas von anderen morphologischen Körpertheilen differenzirt sind, zeigen die in mancher Hinsicht den einzelligen Organismen der Amöben vergleichbaren Lymphzellen eine Summe von fundamentalen Lebenseigenschaften. Sie besitzen die Eigenschaften der Contraktilität, Irritabilität, chemischen Um-

1) Virchow's Archiv Bd. 38, 1867.

2) Fries, Ueber die Fettresorption und die Entstehung der Becherzellen. Virchow's Archiv Bd. 40 B. 1867.

3) l. c. p. 150; nebst Anmerkung (Bd. 48).

setzungsfähigkeit und Reproductionskraft; diese geben ihnen die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, auf einwirkende Reize zu reagiren, Substanzen in ihr Inneres aufzunehmen und sich durch Theilung zu vermehren [1]).

Es ist hiernach leicht sich vorzustellen, dass die Fettmassen im Darmrohr einen Reiz auf die in der Darmwand eingelagerten Lymphzellen ausüben, dass diese auf einen solchen Reiz hin vermöge der Contraktilität ihres membranlosen Zellkörpers durch das Epithel durchschieben, Fettkörperchen in ihr Inneres aufnehmen und so das Fett aus dem Darme entfernen.

Sehen wir nun zu, welchen Aufschluss uns Mikroskop und Experiment über diese Verhältnisse geben.

Als Versuchsthiere kamen ausschliesslich Frösche zur Verwendung; die Bemerkung Arnsteins, dass diese wenig geeignete Versuchsobjekte seien, weil die Aufnahme von Fett, wenn überhaupt, so nur in minimalen Mengen und sehr langsam erfolge. konnte nicht bestätigt werden. Vielmehr zeigten sich die Dünndarmpartien der durch Einführung von Fettstückchen in den Oesophagus gefütterten Frösche durchschnittlich 7 bis 9 Stunden nach der Fetteinführung stark mit Fett gefüllt. Die Resorption war schon früher in Gang, schien jedoch, wie ein Vergleich der in den verschiedensten Stadien — von 2 bis 48 Stunden — nach der Fütterung getödteten Thiere ergab, nach dieser Frist am energischsten vor sich zu gehen.

Frösche wurden hauptsächlich aus dem Grunde zu den Untersuchungen benutzt, weil die Strukturverhältnisse bei diesen Thieren bei Weitem durchsichtiger und einfacher sind, als bei Kaninchen, Meerschweinchen u. dergl. Ausserdem bietet der Darm von Fröschen insofern ein bequemeres Untersuchungsobjekt, als die Anfertigung mikroskopischer Schnitte der Schleimhautfältchen [2]) leichter vor sich geht, als der schwer zu schneidenden kegelförmigen Zotten der genannten Thiere.

---

1) Vgl. M. Foster, Lehrb. der Physiologie; deutsch von Kleinenberg 1881; Einleitung p. 1—8.

2) Das Resorptionsfeld im Dünndarm des Frosches wird von zahlreichen Schleimhautfalten gebildet; streng genommen darf man daher bei diesen nicht von Darmzotten sprechen; da die Falten sich jedoch auf dem Querschnitt dem Beobachter als Zotten präsentiren, sei in der Folge dieser ungenauere, aber üblichere Ausdruck gestattet.

Sämmtliche unmittelbar nach erfolgter Tödtung der Thiere aus denselben entnommene Dünndarmschlingen wurden der Länge nach aufgeschnitten und zur Schwarzfärbung der eingedrungenen Fettkügelchen kurze Zeit in Ueberosmiumsäure gelegt, alsdann mit Wasser abgespült und in absolutem Alkohol gehärtet. An so behandelten Darmstückchen liessen sich ohne Mühe hinreichend feine Schnitte ausführen. Behufs Tingirung der Zellkerne wurden die mikroskopischen Schnitte einige Minuten in Hämatoxylinlösung gefärbt und kamen in Glycerin gebettet zur Untersuchung. Die Behandlung der Darmstücke war sonach im Wesentlichen der von Zawarykin zur Anwendung gebrachten Methode analog.

An so präparirten Darmzotten liessen sich folgende Einzelheiten wahrnehmen: die in regelmässiger Anordnung nebeneinander stehenden Epithelzellen der Zotten erhielten durch die eingedrungenen Fettpartikelchen eine dunklere Färbung. Bei Thieren, deren Darm untersucht wurde, nachdem das Fett noch nicht lange in demselben verweilt hatte, die Resorption somit eben begonnen hatte, nahm die durch die Fettmoleküle bedingte dunkle Färbung nur einen schmalen, dem Basalrande anliegenden Saum der Zellen ein; war den Fettkügelchen hinlänglich Zeit gelassen, weiter vorzudringen, so bemerkte man sie auch in den tieferen Partien der Cylinderepithelien und unterhalb der Epithelialschicht im adenoïden Maschenwerk der Zotte. Das Fett trat in verschiedener Gestalt auf: neben ganz feinen, kaum sichtbaren, punktförmigen Fetttheilchen liessen sich vielfach kleinere und grössere Fetttröpfchen erkennen, welche manchmal eine ansehnliche Grösse erreichten. — An Stellen der Epithelzellen, in welchen sich Fett noch nicht vorfand, liess sich erkennen, dass das gelbliche Protoplasma eine sehr feine Granulirung zeigte. Die durch Hämatoxylinlösung intensiv gefärbten und dadurch deutlich in die Augen springenden Zellkerne waren während der Resorption auffallend gross, sie nahmen fast die ganze Breite der Zelle ein, zeigten jedoch nie Spuren von Fett. Ueber den Basalrand war nichts Neues zu eruiren; die vielgedeutete doppelte Contour liess sich unschwer erkennen. An einigen Objekten hatte der Basalrand ein zerfasertes Aussehen: kurze, nach verschiedenen Seiten hin divergirende stäbchen- oder cilienartige Fortsätze ragten aus den Zellen hervor; zwischen ihnen liessen sich winzige Fettkörnchen beobachten. Diese — allerdings nur in wenigen Fällen ermittelte — Erschei-

nung dürfte dem oben erwähnten, von v. Thanhoffer und Wiedersheim verfolgten Phänomen analog sein, indem durch die fixirende Wirkung der Ueberosmiumsäure die während des Lebens lebhaft sich bewegenden, protoplasmatischen Fortsätze des Zellinhaltes in ihrer momentanen Stellung erstarrten.

Von Interesse musste es nun sein, über das Vorkommen der Lymphzellen Auskunft zu erhalten. Es war keineswegs immer sehr leicht, dieselben zu Gesicht zu bekommen; durch die Fettmoleküle wurde das ganze Präparat so verdunkelt, dass es äusserst feiner Schnitte bedurfte, um die fraglichen Details in genügender Klarheit vor sich zu haben. Am ehesten waren die Lymphzellen im adenoïden Maschenwerk der Zotten zu erkennen, wenn dasselbe sich noch nicht mit Fett beladen hatte: hier erschienen sie als glänzende Körperchen mit granulirtem Protoplasma und schönem, grossen Kerne. Sie traten in wechselnder Grösse und Form auf: es waren neben sehr kleinen, aus Kern und sehr schmalem Protoplasmaring bestehenden Leucocyten, solche vorhanden, welche an Umfang das drei- und vierfache jener betrugen. Viele von ihnen zeigten annähernd kugelförmige Gestalt, andere waren mehr elliptisch geformt, wieder andere waren nach einer oder mehreren Richtungen hin ausgezogen; kurz, es liessen sich die mannigfaltigsten Form- und Grössenunterschiede constatiren. Schon etwas complicirter, als im lockeren Gewebe des Zottenparenchyms lagen die Verhältnisse in der Epitheldecke der Zotten. Hier trat die Differenz zwischen dem Protoplasma der Epithel- und dem der Lymphzellen weit weniger zu Tage. Erleichtert wurde das Auffinden der Lymphzellen aber dadurch, dass ihre durch die Tinktion gut hervortretenden Kerne sich von denen der Epithelzellen wohl unterscheiden liessen: die der letzteren waren stets von beträchtlicherer Grösse und erschienen durchgängig in derselben Höhe des Epithelstratum, während die viel kleineren und unregelmässigeren Kerne der Leucocyten in allen Regionen des epithelialen Ueberzuges anzutreffen waren. War so einmal die Aufmerksamkeit auf die Kerne der Leucocyten gelenkt, so war es auch meist leicht, das Protoplasma der letzteren in seinem ganzen Umfange von dem der Cylinderepithelien abzugrenzen. Es zeigte stets einen helleren mehr strohgelben Farbenton und wies auch eine grobkörnigere Granulirung auf, als das stets sehr fein granulirte Protoplasma des Epithels.

Runde Leucocyten wurden im Epithelialstratum viel spärlicher angetroffen, als im unterliegenden Gewebe; fast ausnahmslos zeigte sich ihr Protoplasma nach der einen oder anderen Richtung oder auch nach mehreren Seiten hin in einen, allmählich sich verjüngenden Fortsatz ausgezogen. Diese Fortsätze zogen sich, wie sich dies manchmal sehr deutlich nachweisen liess, eine Strecke weit zwischen zwei aneinander stossenden Epithelzellen hin. Hierin ist eine Bestätigung der Stöhr'schen Beobachtung zu erblicken, wenn auch freilich manchmal eine sichere Entscheidung, ob die Leucocyten zwischen den Epithelzellen oder in der Substanz der letzteren eingebettet waren, schwer zu fällen war, da sich die Contouren der sie begrenzenden Epithelzellen nicht immer scharf von dem Zellkörper der Leucocyten abhoben.

Während nun die lymphoiden Zellen sich in grosser Anzahl im subepithelialen Gewebe fanden, zeigten sie sich schon spärlicher, immerhin jedoch noch in stattlicher Menge, zwischen den Spitzen der Cylinderzellen, nahmen aber gegen das an das Darmlumen stossende basale Ende beträchtlich ab, so dass sie hier nie in Haufen, sondern nur vereinzelt zu erblicken waren. Mehrmals erschienen zwei und mehrere Lymphzellen hintereinander gereiht zwischen den Epithelien.

Aus dem Angeführten erhellt, dass ich die Mittheilungen Zawarykins über das Vorkommen der Lymphzellen in dem epithelialen Belag der Darmzotten durchweg zu bestätigen vermag; ebenso fand ich sie im Epithel der Lieberkühn'schen Drüsen, im faserigen Bindegewebe der Submucosa und zwischen rothen Blutkörperchen in den Gefässen der Zotten.

Durch die nach Ueberosmiumsäurebehandlung hervorgerufene intensive Schwarzfärbung der Fettkügelchen liessen sich diese in dem Protoplasma der Leucocyten gut erkennen, was ohne diese Methode bei der erwähnten Granulirung der Zellen jedenfalls Schwierigkeiten verursacht haben würde[1]). Die eingedrungenen

1) Um ganz sicher zu gehen, musste der Nachweis geführt werden, dass die in Epithelzellen und Leucocyten während der Resorption auftretenden, sich durch Ueberosmiumsäure tiefschwarz färbenden Punkte in der That Fettpartikelchen seien. Zu diesem Zwecke wurde ein Darmstück, dessen Zotten im Zustande der Resorption waren, in Schwefeläther gelegt, ein Stück desselben Darmes in Ueberosmiumsäure. Während nun in letzteren, wie oben

Fetttheilchen hatten sich ohne erkennbare regelmässige Anordnung in den Lymphzellen eingelagert. Es fanden sich solche, in denen das Fett nur in wenigen abzählbaren Tröpfchen vorhanden war; andere, bei denen die Fettkügelchen eine Zone um den Kern herum bildeten; wieder andere, deren ganzes Protoplasma von dem fein vertheilten Fett imprägnirt war. Die Mehrzahl der Zellen wies jedoch gar kein freies Fett auf, sondern erschien in gelber Farbe mit deutlicher Körnung ohne Fettpartikelchen. Von letzteren nimmt Zawarykin an, dass sie auf der Wanderung zum Darme hin begriffen seien, um sich dort mit Material zu beladen, während die anderen centripetal dem Chylusgefäss der Zotten zustreben sollen.

Auf welche Weise die Fettkügelchen in die Leucocythen gelangen, lässt sich nicht mit voller Sicherheit sagen. Es ist jedoch sehr wohl denkbar, dass sie von den pseudopodienartig ausgestreckten, interepithelialen Fortsätzen der Lymphzellen ergriffen und in den Zellenleib der letzteren befördert werden. Da aber gegen eine sehr energische amöboïde Bewegung der lymphoïden Zellen der Umstand sprechen dürfte, dass sie, zwischen Epithelzellen gleichsam eingekeilt, diese nur mit Mühe auseinander drängen und nur langsam die zur Nahrungsaufnahme erforderlichen Formveränderungen vollziehen können, erklärt sich hinreichend die Wahrnehmung, dass das Fett in ihnen constant sehr spärlich vorhanden ist im Gegensatz zu der massenhaften Aufnahme, wie sie in den Epithelzellen stets beobachtet wurde.

Es ist hiernach das Eintreten von Fetttheilchen in die lymphoïden Zellen als ein mehr zufälliges und für den Akt der Fettresorption unwesentliches Moment zu bezeichnen. Eine Bekräftigung findet diese Schlussfolgerung noch durch folgende Thatsachen:

---

beschrieben, die Zellen mit schwarzen Fettkörnchen sich imprägnirt zeigten, fehlte in den mit Aether behandelten Abschnitten, wenn sie abgespült, in Unterosmiumsäure gelegen hatten, jede Spur von Fett; der Aether hatte es aufgelöst und extrahirt.

Die körnige Beschaffenheit der Zellen blieb in beiden Fällen zu sehen; zugleich zeigte diese Methode deutlich, dass das in den Lymphzellen eingelagerte Fett im Vergleich zu dem in die Epithelzellen eingedrungenen sehr spärlich vorhanden war.

Zur Entscheidung der Frage, ob die lymphatischen Elemente innerhalb der Darmwand gerade während der Resorption der Fette besonders charakteristische Eigenschaften aufweisen, musste ermittelt werden, ob andere Verdauungszustände oder Hunger Aenderungen in ihrem Verhalten einzuleiten im Stande seien. Zu diesem Zwecke wurde mehreren Fröschen Muskelfleisch eingeführt, aus welchem das Fett durch längeres Erwärmen mit Aether entfernt war. Dem Fleische noch anhaftende Aethertheilchen wurden durch sorgfältiges Abspülen mit Wasser beseitigt, um jegliche Reizung der Darmwand durch Aether zu vermeiden. Die Dünndarmabschnitte der so gefütterten Frösche wurden genau in derselben Weise präparirt, wie oben bei den fetthaltigen Darmstückchen angegeben. Die mikroskopische Durchmusterung ergab nun, dass die Lymphzellen in ihrem Verhalten keine wesentlichen Abweichungen von den in fetthaltigen Zotten beobachteten zeigten: dieselben interepithelialen Fortsätze liessen sich nachweisen, eine Beobachtung, auf Grund welcher die Annahme aktiver Bewegungsfähigkeit der Leucocyten im lebendigen Darme Berechtigung hat; jedenfalls spricht die grosse Mannigfaltigkeit in der Form der Zellen nicht für einen Zustand physiologischer Ruhe. Auch waren die Leucocyten, was wohl als wesentlicheres Moment hervorgehoben zu werden verdient, keineswegs in geringerer Anzahl vorhanden, als bei den mit Fett gefütterten Versuchsthieren, was man erwarten könnte bei der Voraussetzung, dass ihnen ausschliesslich die Funktion der Fettüberführung zukomme. Fettkörnchen waren bei ihnen auch bei Färbung mit Ueberosmiumsäure ebensowenig nachzuweisen, wie in den Epithelzellen, wohl aber trat in ersteren die oben erwähnte Granulirung hervor. Aehnliche Verhältnisse waren auch in den Darmzotten von Thieren nachzuweisen, welche keine Nahrung aufgenommen hatten. Es zeigen somit die lymphoïden Elemente der Zotten während der Fettresorption nur die eine charakteristische Eigenschaft, dass in ihrem Protoplasma spärliche, feine Fettkügelchen suspendirt sind.

Soweit beziehen sich die angestellten Untersuchungen auf die Lymphzellen des Intestinaltraktus. Zur Feststellung eines etwaigen Zusammenhanges zwischen Fettresorption und Lymphzellen bietet jedoch der Darmkanal nicht das reinste Versuchsfeld, da die Leucocyten den anderen Organen desselben, vor Allem den Cylinderepithelien, gegenüber, zu sehr zurücktreten und sich eine sichere

Entscheidung über ihre Bedeutung füglich nicht fällen lässt. Es kam somit darauf an, zu ermitteln, ob an Stellen, wo die Lymphzellen in grösserer Menge auftreten und wo sie anderen Elementen gegenüber mehr in Vordergrund treten, als im Darme, sich etwa eine ausgesprochene Affinität derselben zu den Fetten erweisen liess. In der Absicht, dies zu entscheiden, wurden in den dorsalen Lymphsack mehrerer Frösche feine Holzstäbchen eingeführt, welche mit einer äusserst dünnen Fettschicht überzogen waren; gleichzeitig wurde in den Magen derselben Thiere eine Quantität Fett hineingebracht. Als die Thiere vier Tage nach dieser Procedur getödtet wurden, zeigte sich, dass die in den Magen eingeführte, verhältnissmässig grosse Menge Fett im Dünndarm resorbirt war, das an dem Holzstäbchen im Lymphsack jedoch eine kaum wahrnehmbare Verringerung erfahren hatte. Dem Fettstäbchen anhaftende Lymphzellen hatten sich zum Theil mit Fett gefüllt; einige enthielten nur wenige, genau abzählbare Fettkörnchen in ihrem Protoplasma. Bei den meisten liess sich jene mannigfaltige Formverschiedenheit constatiren, welche auch die in der Darmwand angetroffenen Lymphzellen charakterisirte. Die Lymphzellen des dorsalen Lymphsackes verhielten sich somit im Wesentlichen dem Fett gegenüber in gleicher Weise, wie die des Darmes: die Contraktilität ihres Protoplasmas befähigt sie, in ihrer Nähe befindliche Fettkügelchen aufzufangen. Allein von einer specifischen Affinität zwischen Lymphzellen und Fett kann nicht gesprochen werden, da sie in gleicher Weise andere Substanzen ihrem Protoplasma entweder ganz, oder allmählich stückweise einverleiben; so entdecken wir oft — wie bekannt — Zinnoberkügelchen in ihnen, ferner Pigmentkörnchen, Bacterien; so vermögen sie auch grössere Fremdkörper allmählich aufzulösen und zu resorbiren, wie Ligaturfäden, Drainageröhren, necrotische Gewebsstücke u. s. f.[1])

---

1) Bei dieser Gelegenheit sei es gestattet, eine kleine Digression zu machen und auf Untersuchungen hinzuweisen, welche zu Gunsten der Annahme sprechen, dass den weissen Blutkörperchen im Organismus die Rolle zuertheilt ist, Fremdkörper zu entfernen und, wo es sich um eingedrungene, parasitäre Mikroorganismen, speciell die perniciösen Schizomyceten handelt, deren Lebensenergie und Entwickelungsfähigkeit herabzusetzen.

Gesunden Kaninchen wurden einige Tropfen lebendige Bacterien enthaltender Flüssigkeit injicirt: regelmässig manifestirte sich die deletäre Wirkung der Spaltpilze in rasch auftretenden, fieberhaften Temperatursteigerun-

Nach allen diesen Beobachtungen ist das Eintreten von Fetttheilchen in die lymphoïden Zellen als ein für den Akt der Re-

---

gen, welche bei wiederholten Injectionen jedesmal anstiegen. Wurden hingegen die Injectionen in künstlich erzeugte, circumscripte Entzündungsheerde, in denen es zu einer massenhaften Auswanderung weisser Blutkörperchen gekommen war, vorgenommen, so fehlte in vielen Fällen jegliche Temperatursteigerung, in den meisten erreichte sie nicht den excessiv hohen Grad, wie bei der Injection in normales Gewebe, und nur vereinzelt stieg die Temperatur der Thiere bis zu dieser Höhe.

Der bei diesen Versuchen erzielte Erfolg der Fieberlosigkeit könnte verschiedene Ursachen haben, die von mir demnächst der Reihe nach experimentell geprüft werden sollen. Die ansprechendste Erklärung scheint mir die seit Jahren schon von *Pflüger* in seinen Vorlesungen über Physiologie und von *Nussbaum* in der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom 21. Januar 1884 gegebene zu sein, dass bei der Entzündung durch die Auswanderung weisser Blutkörperchen eine Lymphdrüse geschaffen sei, die, wie jede normale Lymphdrüse, geformten Elementen den Durchgang wehre. Natürlich wird es in jedem einzelnen Falle auf die Energie und Zahlenverhältnisse der in Aktion tretenden Elemente ankommen. Es ist denkbar, dass *andere* Bacterien bei demselben Thiere nicht aufgehalten werden. Es ist denkbar, dass krankhafte Störungen im Organismus einen in gesunden Tagen sicher auftretenden Schutz nicht mehr gewähren, wie ein Uebermass der einwirkenden Parasiten es trotz der Auswanderung weisser Blutkörperchen zu einer Infektion wird kommen lassen können.

Wir stellen uns demgemäss vorläufig vor, *dass die weissen Blutkörperchen bei der Entzündung die Aufgabe lösen, Fremdkörper von dem Eindringen in den Blutstrom abzuhalten, indem diese, sobald sie reizend wirken, entweder von dem Leibe der Lymphzellen aufgenommen — Bacterien —, oder, wie es bei reizenden Sequestern beobachtet wird, einem Schmelzungsprocess entgegengeführt werden.* Bei der Incorporirung von Bacterien wird es auf die geringere oder stärkere Lebensenergie von Lymphzellen oder Bacterien ankommen, sowie auf die relative Zahl, welche Theile im Kampfe unterliegen.

Wir finden von diesem Gesichtspunkte aus auch die Application von Reizmitteln eine zweckmässige Medication. Die reizenden Substanzen, seien sie chemischer oder thermischer Natur, steigern durch ihre Einwirkung die Entzündung, d. h. sie führen an den Ort des applicirten Reizes eine grössere Zahl von Lymphzellen hin. So wird eine torpide, chronische Entzündung durch Reizmittel in heftige Entzündung übergeführt, und die bei dieser Gelegenheit gesammelten *zahlreichen* weissen Blutkörperchen sind im Stande, die die chronische Entzündung unterhaltenden Schädlichkeiten zu eliminiren. Es folgt deshalb Heilung, während die bei der chronischen Entzündung aus-

sorption unwesentliches Moment zu bezeichnen. Vielmehr stellen die zahllosen Cylinderepithelien die allein thätigen Or-

---

wandernde geringere Zahl von weissen Blutkörperchen die als Entzündungsreiz wirkenden Fremdkörper, welcher Natur sie auch seien, nicht zu bewältigen im Stande waren, und in Folge dessen die Entzündung den Charakter der schleichenden annahm.

Wir sind nicht geneigt, den Lymphkörperchen eine Rolle bei der Neubildung der Gewebe oder bei der Narbenbildung zuzusprechen, sondern stellen uns auf die Seite derer, welche jede Neubildung von den fixen Gewebszellen ausgehen lassen. Ein starkes Argument hierfür neben dem positiven Nachweis am Objekt der höheren Thiere selbst, dürfte aus dem Vergleich der Neu- und Narbenbildung bei Pflanzen zu entnehmen sein, bei denen die vielgestaltigen und zu den verschiedensten Verrichtungen hypostasirten Lymphzellen nicht einwirken können.

Zur Demonstration der Fähigkeit der Lymphzellen, Bacterien in sich aufzunehmen, wurde folgender Versuch angestellt.

Eine kleine Quantität bacterienhaltiger Flüssigkeit wurde in die vordere Augenkammer eines Kaninchens injicirt. Nach 24 Stunden wurden einige Tropfen anscheinend klaren humor aq. entleert. In diesem befanden sich amöboïd bewegliche Lymphkörperchen und Stäbchenbacterien. Letztere waren entweder frei und beweglich oder den Lymphzellen angelagert und ruhend, sie fanden sich auch innerhalb der weissen Blutkörperchen. Dieser Befund ist nur so zu erklären, dass auf den durch die Mikroparasiten gesetzten Reiz hin weisse Blutkörperchen auswanderten, sich derselben zum Theil bemächtigten und ihnen durch irgend welche, sich in ihrem Protoplasma abspielende chemische Processe vernichteten.

Bei jeder Infection scheint sich derselbe Vorgang abzuwickeln: den eingedrungenen specifischen Organismen stellen sich zahlreiche Lymphkörperchen entgegen, welche die Aufgabe haben, den Kampf mit dem krankmachenden Agens aufzunehmen. Gelingt es ihnen, den Bacterien die nöthigen Existenzbedingungen zu rauben, so ist die Gefahr vom Organismus abgewandt; vermögen sie dieselben in ihrer Entwicklungsfähigkeit nicht aufzuhalten, so treten alsbald die Symptome der specifischen Erkrankung in die Erscheinung.

Auch scheint die bisher nicht genügend aufgeklärte Thatsache, dass gesunde Granulationen eine grosse Resistenzfähigkeit gegen die Invasion der Mikroorganismen besitzen, durch die angeführten Momente hinreichende Erklärung zu finden.

Eine eingehende Schilderung der hier nur ganz flüchtig angedeuteten Verhältnisse behalte ich mir bis auf Weiteres vor. — Bemerkt sei noch, dass auch E. Metschnikoff (Untersuchungen über die mesodermalen Phagocyten einiger Wirbelthiere. Biolog. Centralbl. Bd. III, No. 18, 1883) Septicaemiebacillen im Innern weisser Blutkörperchen beobachtete und den Schwerpunkt der Entzündung im Kampfe der Phagocyten gegen den festen, krankheiterregenden Stoff sieht.

gane bei der Resorption dar. Ihr contraktiles Protoplasma sendet die von v. Thanhoffer und Wiedersheim in lebhafter Thätigkeit gesehenen und von mir im Zustande der Erstarrung angetroffenen, faserartigen Fortsätze aus, wodurch die Fettkügelchen ergriffen und in das Innere der Epithelzellen befördert werden. Dabei scheinen die Fettkörnchen die ihnen ertheilte Richtung noch eine Weile innezuhalten und im Protoplasma ihren Weg noch eine Strecke weit zu verfolgen. Jedenfalls spricht hierfür eine Beobachtung, die ich an einer grossen Anzahl von Präparaten ohne Mühe zu machen im Stande war: die in das Innere der Zellen gelangten Fettpartikelchen erschienen nämlich in Reihen hintereinander angeordnet; manchmal liessen sich in einer Zelle mehrere solche, unter einander parallele Reihen erkennen. Friedreich[1]), der dies Verhalten ebenfalls beobachtete, glaubte, dass die Basalstreifen der Epithelzellen (Kölliker) sich durch den Zellinhalt fortsetzten und ein System unmessbar feiner Capillarröhrchen darstellten, in welchen ein „die Resorptionsrichtung der molecularen Niederschläge bestimmendes Strassensystem“ gegeben sei.

In Wirklichkeit dürfte die beobachtete Erscheinung nur eine Folge der Thätigkeit der cilienartigen Protoplasmafasern sein, indem die durch dieselben in die Zotten beförderten Fetttheilchen noch eine Strecke weit die ihnen gegebene Richtung innehalten und so in reihenförmiger Anordnung erscheinen.

1) Friedreich, Einiges über die Struktur der Cylinder- und Flimmerepithelien. Virch. Arch Bd. XV, 1858.

(Physiologisches Institut der Universität Bonn.)

Untersuchungen über die Wärmeregulation in der Narkose und im Schlaf.

Von

Dr. **Th. Rumpf**,

Privatdocent der Medicin in Bonn.

---

1. Die Einwirkung der Narkotica auf die Temperaturherabsetzung.

Wenige wissenschaftliche Fragen haben seit den ältesten Zeiten die Forschung in gleicher Weise beschäftigt, wie die Entstehung der Körperwärme und die in so weiten Grenzen schwankende Regulation derselben unter äusseren Einflüssen.

Die Entdeckung der Verbrennungsprocesse unter der Einwirkung von Sauerstoff, die Untersuchungen über den Stoffwechsel bei Gesunden und Kranken, die Thermometrie unter normalen und pathologischen Verhältnissen und die Untersuchungen über das Verhalten des Circulationsapparates unter verschiedenen Einwirkungen, jede neue Erkenntniss auf dem Gebiete des organischen Lebens hat auf die Lehre von der Wärmeregulation ihren Einfluss ausgeübt, jede neue vielfach der alten den anscheinend erworbenen Platz streitig machend.

Seit Lavoisier haben vor allem zwei Anschauungen zur Erklärung der Wärmeregulation die Forschung beschäftigt und unter diesen schien bis vor wenigen Jahren seit Traube's Erklärungsversuchen dem Gefässapparat der wesentlichste Faktor in der Regulation der Körperwärme zugewiesen.

Dieser letzteren Anschauung gegenüber hat nun die neuere Zeit unsere Kenntnisse nach zwei Seiten hin ausserordentlich bereichert.

Einmal zeigte es sich, dass die alte Lehre Lavoisier's von der Entstehung der thierischen Wärme durch Verbrennung von Sauerstoff und Bildung von Kohlensäure nahezu vollständige Gül-

tigkeit beanspruchen kann. In einer Reihe von experimentellen Arbeiten aus dem Institut von Herrn Geh.-Rath Pflüger wurde sowohl diese Thatsache als auch die innerhalb gewisser Grenzen erfolgende Anpassung der Wärmeproduction an die wechselnden Bedingungen des Lebens einer eingehenden Prüfung unterzogen. Bei diesen Untersuchungen ergab sich als zweiter hochbedeutender Fortschritt die Thatsache, dass unter dem Einfluss von Curare die Wärmeregulation der Versuchsthiere auf ein Minimum reducirt war und dass diese Einbusse einer hochgradigen Verminderung der Oxydationsprocesse ihre Entstehung verdankte. Diese Beobachtungen in Verbindung mit der bekannten lähmenden Wirkung des Curare auf die Nervenendplatten und ihre Uebereinstimmung mit den Resultaten Pflügers[1]) bei Ausschaltung des Nervensystems durch Durchschneidung mussten dazu führen anzunehmen, dass der wesentlichste Sitz der thierischen Verbrennungsprocesse in den Muskeln sich befindet und dass diese Function unter der ständig regulirenden Einwirkung des Nervensystems vor sich geht, dessen stärkere Anregung von einer Steigerung, dessen Wegfall von einer beträchtlichen Verminderung der Oxydationsprocesse gefolgt ist.

Aber diese Beobachtungen eröffnen noch eine weitere Perspektive. Die alte Lehre von einer ständigen tonischen Contraction der Muskeln unter dem Einfluss des Rückenmarks hat allerdings der genaueren Untersuchung nicht Stand gehalten. Aber an ihre Stelle musste doch gemäss den klinischen Beobachtungen die Annahme treten, dass vom Nervensystem und insbesondere von den grossen multipolaren Ganglienzellen der grauen Vordersäulen aus eine ständige Einwirkung auf die Muskeln Statt habe, welchen die Erhaltung der Function und der chemischen Zusammensetzung zufällt. Dass diese Function, für welche man ursprünglich besondere trophische Nerven angenommen hatte, an die motorischen Fasern gebunden sei, stand wohl im allgemeinen fest, nachdem sich auch durch meine[2]) Untersuchungen gezeigt hatte, wie Leben und Function der motorischen Nervenfasern in so hervorragender Weise an die Ernährung von Seiten der Endorgane und besonders des centralen geknüpft ist.

---

1) Dies Archiv Bd. XII, S. 282.

2) Untersuch. aus d. physiol. Instit. d. Univ. Heidelb. Bd. II, Heft 3 u. Archiv f. Psych. Bd. X, Heft 1.

Diese vom Centrum aus den Muskeln zukommende ständige Erregung erhielt in dem Nachweise einer ständigen regulatorischen Anregung der Stoffwechselvorgänge in den Muskeln, mit welchen solche in den zugehörigen Nerven eo ipso verbunden sein mussten, eine neue Basis. Und da ebensowohl die Wärmeproduction bei den verschiedensten Längenzuständen des Muskels bei der verschiedensten Körperhaltung vor sich gehen muss, wie die supponirten trophischen Functionen, so war die Frage nach einer ständigen tonischen Contraction der Muskeln damit erledigt.

Auf der anderen Seite erhielten aber die Untersuchungen Zenker's [1]) über die Degeneration der quergestreiften Muskeln nach langen fieberhaften Krankheiten und insbesondere nach Typhus eine vollständig neue Illustration.

Dass aber noch eine Reihe weiterer klinischer und experimenteller Fragen im Anschluss an die oben skizzirten Ergebnisse sich aufdrängt, ist nicht zu leugnen. Indessen stellen sich dem Experiment nach einer Seite Schwierigkeiten entgegen. Als ich auf den Vorschlag von Herrn Geh. Rath Pflüger etwaige Veränderungen der Muskulatur unter der Einwirkung grösserer oder geringerer Wärmeproduction zu untersuchen mir vornahm, trat die Aufgabe an mich heran, eine möglichste Ruhe des Versuchsthieres herbeizuführen. Zu diesem Zweck aber ohne intensive Narkose auszukommen, dürfte schwer sein.

Nach einigen erfolglosen Versuchen fand sich eine treffliche Methode der Narkose in der subcutanen Anwendung von Chloralhydrat oder einem Gemisch von diesem und Morphium.

Die nächste Frage war aber, ob durch diese Narkose die Wärmeregulation nicht in einer Weise beeinflusst werde, welche die Untersuchung zu einer höchst problematischen mache.

Zur Lösung dieser Frage wurde ein narkotisirtes Meerschweinchen aus einer Temperatur von 15° R. plötzlich in eine solche von 2° versetzt und gleichzeitig (es war im Winter) das Fenster so geöffnet, dass die hereinstreichende kalte Luft das Thier direkt treffen musste. In diesem Zustande ergaben die fortgesetzten Messungen der Temperatur in ano (wobei das Thermometer immer bis zu der gleichen Länge eingeschoben wurde) einen solchen Abfall

1) Zenker, über d. Veränderungen d. willkührl. Muskeln im Typhus abdominalis. Leipzig 1864.

der Temperatur, dass die Wärmeregulation vollständig aufgehoben zu sein schien.

Bei intensiver Narkose fiel die Temperatur in jeder Minute um etwa 0,1—0,05° C. und zwar anfangs rasch, später langsamer. Dieser Abfall dauerte während der ganzen Narkose an und so ging die Eigenwärme des Thieres innerhalb zwei Stunden um 10°, innerhalb vier Stunden um 19° herab und erreichte nach fünf Stunden den tiefsten Stand von 16, 95°, eine Temperatur, bei welcher bei meinen Versuchsthieren entsprechend früheren Versuchen von Horvath[1]) und anderen ebenfalls der Tod eintrat. Dabei hatte ein unter gleichen Bedingungen nicht narkotisirtes Controllthier seine Eigenwärme auf 39,4 vollständig erhalten.

Dieser immense Temperaturabfall um 21 bis 22° in intensiver Narkose war für mich in hohem Maasse überraschend. Allerdings ist ja die Temperaturherabsetzung unter der Einwirkung einiger Narkotika nicht völlig neu. So hat schon Scheinesson[2]) in Schmiedebergs Laboratorium Untersuchungen über den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus angestellt und fand dabei eine Herabsetzung der Körperwärme, die im höchsten Falle allerdings nur 4° C. betrug. Gleichzeitig constatirte Scheinesson durch Messung des Wärmeverlustes durch die Haut, dass die Abgabe freier Wärme durch Strahlung während der Chloroformnarkose nicht zunimmt. Da auch die Wasserverdunstung der Haut durch die Einwirkung des Chloroforms beträchtlich herabgesetzt wurde, so schloss Scheinesson, dass das durch Chloroformwirkung bedingte Sinken der Körpertemperatur auf einer Herabsetzung der Wärmeproduction beruhe. Ferner machten Albert und Stricker[3]) die Beobachtung, dass in der Morphiumnarkose die sonst durch Injection fiebererzeugender Substanzen eintretende Temperatursteigerung ausbleiben kann, ja einer Herabsetzung der Temperatur Platz macht. Und ebenso beobachtete Manassein[4]) bei Injectionen von putriden Substanzen

---

1) Dies Archiv Bd. XII, S. 278.

2) Scheineson, Untersuchungen über den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus und den Blutkreislauf, Archiv der Heilkunde 1869, p. 36 u. 225.

3) Albert und Stricker, Beiträge zur Lehre vom Fieber, Medicinische Jahrbücher von Stricker 1871, p. 387.

4) Centralblatt für die med. Wissenschaften. 1869, No. 45.

und gleichzeitiger subcutaner Gabe von 2 gran Morphium muriaticum während der Narkose Ausbleiben der sonst eintretenden Erhöhung von 0,5 bis 0,8°. Vor allem aber müssen hier die Versuche von Binz[1]) und seinen Schülern über Alkohol und seine temperaturherabsetzende Wirkung erwähnt werden.

Aber bei diesen seitherigen Beobachtungen handelt es sich doch um verhältnissmässig geringe Herabsetzungen der Eigentemperatur der Thiere, um Herabsetzung von 4 bis 5 Grad, während einer meiner ersten Versuche alsbald eine solche von 23° ergeben hatte. Allerdings dürfte sich diese Differenz durch unsere Versuchsbedingungen erklären, die von den seitherigen entschieden abweichen und zur Entscheidung der von uns gestellten Frage auch abweichen mussten. Innerhalb gewisser Grenzen ist ja, wie bekannt, das Thier im Stande seine Eigenwärme aufrecht zu erhalten. Aber eine höhere Anforderung an die Anpassung wird doch nur in der Nähe jener Grenze gefordert, in welcher das Thier sein gesammtes Regulationsvermögen anstrengen muss.

Wollen wir also unter bestimmten Bedingungen den Ausfall dieses Vermögens in seiner Vollständigkeit prüfen, so besteht die erste Aufgabe darin, die Thiere unter Bedingungen zu bringen, denen der Organismus in normalem Zustande gerade noch gewachsen ist. Ist nun bei einer niedrigen Umgebungs-Temperatur, bei welchem der thierische Organismus den grössten Theil seines Regulationsvermögens aufwenden muss, diese Fähigkeit beschränkt, so wird der Ausfall jetzt in voller Deutlichkeit in Erscheinung treten. So sehen wir also in unserm Versuch das normale Thier vollständig in der Lage, seine Eigenwärme zu erhalten, während das narkotisirte Thier den Ausfall seines Vermögens durch eine hochgradige Herabsetzung der Eigenwärme dokumentirt.

Doch war es wünschenswerth, diese Versuche auf eine Reihe von Thieren und auf die verschiedensten Narkotika auszudehnen, wobei stets ein Controllthier für das Regulationsvermögen in normalem Zustande als Maasstab diente. Als Versuchsthiere benutzten wir hauptsächlich Meerschweinchen, einmal, weil sich dieselben zu den später beabsichtigten Versuchen über die Ursache des Wärmeregulationsausfalls besonders eignen, dann aber weil diese

1) Vgl. Binz, Alkohol, Alkoholismus. Real-Encyklopädie d. gesammt. Heilkunde.

Thiere, wie schon häufig bemerkt, ein selten gutes Regulationsvermögen besitzen. Ihre Temperatur ist eine ausserordentlich constante, wenn auch nach der Tiefe der Körperschichten verschieden. Gewöhnt man sich indessen, das Thermometer stets bis zu einer gewissen Grenze einzuführen, so findet man immer ziemlich die gleiche Temperatur. Bei möglichst tiefem Einschieben eines von Geissler bezogenen Thermometers[1]) mit langem Halse, schwankte die Temperatur der Thiere meist zwischen 39,0° und 39,5°. Das zu untersuchende Thier wurde also unter die Einwirkung eines subcutan eingeführten Narkotikums gebracht und dann entweder sofort oder nach eingetretener Narkose in einen kalten Raum übergeführt. Wir verzichteten meist darauf, die Thiere in den Eisschrank zu setzen, weil für uns eine genügende Anforderung schon in dem kalten Zimmer bei Wintertemperatur gegeben war. Doch war es um einzelne Fragen zu entscheiden nöthig, Controllversuche im geschlossenen, gut ventilirten Raum vorzunehmen und zu diesen wurde dann die Glocke des Pflüger'schen Respirationsapparates benutzt, in welchem die Temperatur durch aufgelegtes Eis constant erhalten wurde.

Die übrigen theoretischen Betrachtungen möchte ich einstweilen verschieben und zunächst auf die Versuche selbst eingehen.

Versuch 1.

Meerschweinchen I.		Meerschweinchen II.
Gewicht 438 gr.		Gewicht 472 gr.
Temperatur des Thieres	39,4	
Temperatur des Zimmers	17° C.	
		Erhält 12 Uhr 5 Minuten eine Injection von 0,25 Chloralhydrat.
		12 Uhr 11 Min. beginnende Narkose.
Temperatur 39,4.		Temperatur 38,8.

Beide Thiere werden aus dem Zimmer von 15° R. in ein

1) Das von mir benutzte Thermometer gestattete eine Einführung der Kugel bis circa 9 Centimeter in den Mastdarm und dieser tiefen Einführung ist es zu verdanken, dass die von mir gefundenen Temperaturwerthe denjenigen von Finkler nahezu entsprechen, jedenfalls die früheren von Colasanti so weit übertreffen. Ich habe dasselbe Thermometer auch zur Temperaturmessung bei Menschen benutzt und fand hier, wie später noch ausgeführt werden soll, ziemlich ähnliche, wenn auch nicht so beträchtliche Differenzen bei gewöhnlicher und tiefer Einführung des Instrumentes.

solches von 2° R. transportirt und in gleicher Weise der kalten durch das Fenster einströmenden Luft ausgesetzt.

Temperatur 39,4.	12 Uhr 25 Min.	Temp. 37,1
	12 „ 40 „	„ 35,0
	12 „ 50 „	„ 34,0
	1 „ — „	„ 33,1
	1 „ 10 „	„ 32,3
	1 „ 20 „	„ 31,7
	1 „ 30 „	„ 31,1
	1 „ 40 „	„ 30,5
	1 „ 50 „	„ 29,9
	2 „ — „	„ 29,4
	2 „ 15 „	„ 29,0
	2 „ 25 „	„ 28,5
	2 „ 40 „	„ 27,1
	3 „ 45 „	„ 22,0
Temperatur 39,4.	3 „ 50 „	„ 21,5
	4 „ — „	„ 20,75
	4 „ 10 „	„ 20,0
	4 „ 15 „	„ 19,5 Krämpfe
	4 „ 35 „	„ 17,8
	4 „ 50 „	„ 16,95
Temperatur 39,3.	5 „ 20 „	„ Thier stirbt.

Während der Narkose traten verschiedentlich leichte klonische Zuckungen der Extremitäten auf, die sich hier und da zu wirklichen allgemeinen Krämpfen steigerten, ohne dass der Abfall der Temperatur dadurch sistirt wurde. Dagegen erfolgte 1 Uhr 10 Min. auf stärkeren sensibeln Hautreiz Bewegung des Thieres und Ansteigen des Thermometers.

Die weiteren Versuche theile ich etwas abgekürzt mit. Ebenso unterlasse ich den Bericht über das Controllthier. Dasselbe nahm an allen Veränderungen ebenso Theil wie das narkotisirte.

Versuch 2.

Meerschweinchen. Gewicht 462 gr.

Temperatur des Thieres 39,5

Temperatur des Versuchszimmers 3° C.

9 Uhr 35 Min.	Injection von 0,2 gr Chloralhydrat, schlechte Narkose.
12 „ 35 „	Temperatur 35,6.
12 „ 30 „	weitere Injection von 0,15 Chloralhydrat.
12 „ 45 „	Temperatur 33,3
1 „ — „	„ 32,0 } leichte klonische Zuckungen; Narkose.
2 „ — „	„ 27,3 }
3 „ — „	„ 22,5

3 Uhr — Min. das Thier wacht auf, die Temperatur steigt, indem das Thier fortkriecht, rasch an.
4 „ — „ Temperatur 32,95.

Versuch 3.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Temperatur des Thieres 39,5
Temperatur des Zimmers 17,0° C.

4 Uhr 30 Min. Injection von 0,2 gr Chloralhydrat.
5 „ 10 „ Narkose; Temperatur 38.7.
Transport in ein Zimmer von 2° C.
Das Thier wird dem Luftzug des Fensters direkt ausgesetzt.
5 „ 20 „ Temperatur 37,7.
5 „ 30 „ „ 36,75.
5 „ 40 „ „ 35,8.
6 „ — „ „ 34,1.
7 „ — „ „ 28,3.
8 „ — „ „ 24,7.

Das Thier beginnt sich zu bewegen und wird, da die Temperatur rasch wieder ansteigt, in den Stall zurückgebracht. Am folgenden Tag ergibt die Messung 39,2.

Versuch 4.

Meerschweinchen. Gewicht 472 gr.

Temperatur des Thieres 39,4° C.
Temperatur des Versuchszimmers 1° C.

12 Uhr 35 Min. Injection von 0,2 gr Chloralhydrat.
12 „ 50 „ Temperatur 38,5; leichte Narkose. Das Thier fällt um, richtet sich wieder auf, krabbelt umher.
1 „ — „ Temperatur 38,0.
1 „ 30 „ „ 37,3. Das Thier kommt nicht in ordentliche Narkose.
2 „ 30 „ Temperatur 35,4, krabbelt etwas umher, schläft dann etwas.
4 „ — „ „ 39,2.

Versuch 5.

Meerschweinchen. Gewicht 472 gr.

Temperatur des Thieres 39,4° C.
Temperatur des Versuchszimmers 17° C.

9 Uhr 35 Min. Injection von 0,1 gr Morphium hydrochloricum. Kaltes Zimmer von ca. 4° C., Fenster geöffnet.

12 Uhr 30 Min. Temperatur 37,7.
12 „ 35 „ weitere Injection von 0,05 Morphium hydrochloricum.
12 „ 55 „ Temperatur 36,2, leichte Narkose, klonische Zuckungen der Extremitäten im Schlaf.
1 „ — „ Temperatur 35,4.
1 „ 15 „ „ 33,6.
2 „ — „ „ 31,2.
2 „ 30 „ „ 29,4.
3 „ 30 „ „ 31,45.
Das Thier erwacht, die Temperatur steigt rasch an.

Versuch 6.

Meerschweinchen. Gewicht 520 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 3° C.

12 Uhr 4 Min. Injection von 0,1 gr Morphium hydrochloricum.
12 „ 50 „ noch keine Narkose.
1 „ 30 „ Temperatur 37,2; noch keine Narkose.
2 „ — „ „ 35,3; klonische Zuckungen ohne Narkose.
5 „ 45 „ „ 36,7.

Versuch 7.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 18° C.

4 Uhr 30 Min. Injection von 0,1 gr Morphium hydrochloricum.
5 „ — „ keine Narkose; Temperatur 39,2.
5 „ 30 „ keine Narkose; weitere Injection von 0,1 gr Morphium hydrochloricum. Transport des Thieres in einen kalten Versuchsraum von 5° C.
6 „ — „ Temperatur 37,3.
6 „ — „ das Thier ist todt.

Im Gegensatz zu einigen der letzten Versuche, bei welchen trotz hoher Dosen von Chloralhydrat und Morphium in dem kalten Zimmer und unter der directen Einwirkung des hereinströmenden Windes eine vielfach unterbrochene geringe Narkose und geringerer Temperaturabfall eintrat, möchte ich hier zwei Versuche anschliessen, bei welchen das narkotisirte Thier in einen geschlossenen Behälter von niederer Temperatur mit Ventilationseinrichtung versetzt wurde.

Versuch 8.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 21,0° C.

5 Uhr 5 Min. Injection von 0,015 gr Morph. hydrochloricum und 0,08 gr Chloralhydrat. Das Thier wird nach Kurzem in einen Raum von 8° C. gebracht.
7 „ 28 „ Temperatur des Thieres 30,3.

Versuch 9.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 21,9° C.

4 Uhr 55 Min. Injection von 0,1 gr Morphium hydrochloricum. Das Thier wird nach 15 Minuten in einen Raum gebracht, dessen Temperatur durch Auflagen von Eis erhalten wird.
6 „ 51 „ Temperatur des Thieres 33,2.

Fassen wir die seitherigen Resultate zusammen, so sehen wir, dass das Meerschweinchen unter der Einwirkung der Narkose nicht mehr im Stande ist, seine Eigenwärme zu erhalten, dass also das Vermögen der Wärmeregulation verloren oder wenigstens beträchtlich beschränkt ist. Die beträchtlichste Herabsetzung erfährt die Temperatur des Thieres unter der subcutanen Einführung einer genügenden Dosis Chloralhydrat, bei welchem die Temperatur in Versuch 1 um ca. 22° C., in Versuch 2 um ca. 17° C. fiel. Demgegenüber beträgt die grösste Herabsetzung in der Morphiumnarkose etwa 10°, wobei wir die bekannte Thatsache wieder constatiren konnten, dass Thiere so ausserordentlich schwer durch Morphium zu narkotisiren sind, indem sie einmal verhältnissmässig hohe Dosen vertragen, auf der anderen Seite aber bei verhältnissmässig nicht allzu beträchtlicher Steigerung der Gabe zu Grunde gehen.

Aber die Versuche ergaben ausserdem beträchtliche Differenzen in der Wirkung bei gleicher verabreichter Dosis.

Während in den Versuchen 1, 2, 3 bei Injection von 0,2 Chloralhydrat die Eigenwärme um ganz hohe, allerdings wieder differirende Werthe sinkt, zeigt Versuch 4 nur einen Abfall von 4° und ebenso differiren Versuch 5 und 6 bei Einführung von Morphium in ihrer Wirkung nicht unbeträchtlich. Die wesentliche

Ursache dieser Differenz lässt sich aber nach den Modificationen der Versuche nur darin suchen, dass in dem einen Fall die Einwirkung der Kälte durch Wechseln des Versuchsraumes erst nach eingetretener Narkose eintrat, in dem andern dagegen der ganze Versuch in dem kalten Raume gemacht wurde. Nur ausserordentlich schwer und in wesentlich geringerem Grade tritt in dem letzteren die Narkose ein. Der Reiz, den die Kälte, den der scharfe Wind auf das Thier ausüben, scheint dem Eintreten der Narkose einen mächtigen Damm entgegenzusetzen. Und vor allem müssen wir hier, wie ich glaube, dem die Thiere direkt treffenden Wind eine wesentliche Rolle zuschieben. Wenigstens zeigen Versuch 8 und 9, bei welchen die Thiere sich in geschlossenem kalten Raum bei wesentlich geringerer Luftbewegung befanden, beträchtlich grösseren Abfall der Eigenwärme, trotzdem dass die Temperatur des Raumes eine höhere war als diejenige des Versuchsraumes 1—7.

Dann aber findet sich bei sämmtlichen Versuchen das Auftreten von leichten klonischen Zuckungen, theils nur der Extremitäten theils auch der übrigen Körpermuskeln verzeichnet. Wir werden dieser Erscheinung noch häufig begegnen. Dieselbe hat eine ausserordentliche Aehnlichkeit mit dem Fieberfrost, mit dem einen Unterschied allerdings, dass sie während der Dauer des Temperaturabfalls mit geringen Unterbrechungen anhält.

Am geringsten sind diese zitternden Bewegungen unter der Einwirkung von Chloralhydrat, eine Beobachtung, die auch mit Unverricht's[1]) neuen Mittheilungen übereinstimmt. Noch intensiver schien mir indessen die gemischte Narkose von Choralhydrat und Morphium zu wirken. Ich lasse von diesen Versuchen einige folgen, und will nur noch kurz erwähnen, dass das Ansteigen der Eigenwärme sich direct an das Erwachen aus der Narkose, an die ersten Bewegungen anschliesst.

Versuch 10.

Meerschweinchen. Gewicht 618 gr.

Temperatur des Thieres 39,3° C.
Temperatur des Versuchszimmers 5,5° C.

5 Uhr 36 Min. Injection von 0,1 gr Chloralhydrat.
„ „ 0,05 gr Morphium hydrochloricum.
6 „ — „ Keine Zuckungen, Narkose nicht besonders tief.

1) Archiv für Psych. Bd XIV, S. 175.

7 Uhr 15 Min. Temperatur 33,5.
7 „ 40 „ „ 32,6.
7 „ 42 „ Erste Bewegungen und direkt sich anschliessend, Ansteigen der Temperatur, die in 10 Minuten den Werth von 38,0 erreicht.

Versuch 11.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Temperatur des Thieres 39,45° C.

4 Uhr 38 Min. Injection von 0,1 gr Chloralhydrat.
„ „ 0,025 gr Morphium hydrochloricum.
4 „ 58 „ intensive Narkose.

Das Thier wird in ein kaltes Zimmer von 2° gebracht, die Luft des geöffneten Fensters trifft das Thier direct.

5 Uhr 5 Min. Temperatur 37,0 } Ruhe des Thieres.
5 „ 30 „ „ 34,4 }
5 „ 50 „ „ 33,1 }
6 „ — „ „ 32,6 Es beginnen jetzt gleichfalls leichte klonische Zuckungen.
6 „ 30 „ „ 31,2
7 „ — „ „ 29,8.

Der Versuch muss wegen Erwachen des Thieres abgebrochen werden; das Meerschweinschen wird in den warmen Raum zurückgebracht.

Versuch 12.

Meerschweinchen. Gewicht 332 gr.

Temperatur des Thieres 39,3° C.
Temperatur des Versuchszimmers 3° C.

5 Uhr 40 Min. Injection von 0,05 gr Chloralhydrat.
„ „ 0,025 gr Morphium hydrochloricum.
6 „ 13 „ Temperatur 37,0 leichte Narkose.
6 „ 23 „ „ 35,6
6 „ 40 „ „ 35,0 Oeffnen des Fensters.
6 „ 50 „ „ 35,1
7 „ — „ „ 35,0
7 „ 15 „ „ 34,95
7 „ 30 „ „ 34,0 Erste Bewegungen, die von Zeit zu Zeit wieder sistiren, Erheben des Kopfes.
7 „ 35 „ „ 35,1
7 „ 42 „ „ 35,4.

Die Temperaturbeobachtung muss wegen Unruhe des Thieres eingestellt werden.

Versuch 13.

Meerschweinchen. Gewicht 460 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 18° C.

4 Uhr 30 Min. Injection von 0,2 gr Chloralhydrat.
„ „ 0,05 gr Morphium.
4 „ 50 „ Temperatur 38,9, volle Narkose, kaltes Zimmer von 3° C. mit geöffnetem Fenster.
5 „ 30 „ „ 35,7
6 „ — „ „ 32,8 leichte klonische Zuckungen der Extremitäten, die aber zeitweise wieder sistiren.
7 „ — „ „ 27,1
8 „ — „ „ 22,3
8 „ 45 „ „ 18,2.

Der Versuch wird unterbrochen, das Thier in die Nähe des warmen Ofens gestellt, ist am folgenden Tage vergnügt und munter. Temperatur 39,2.

Es würde zu weit führen, wollte ich auf jeden einzelnen Versuch hier eingehen, die angeführten mögen für Chloralhydrat und Morphium genügen.

Es musste naturgemäss nahe liegen, auch einen Theil der andern Narkotika, sowie einzelne verwandte Präparate der Untersuchung zu unterwerfen.

Versuch 14.

Chloroform.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Temperatur des Thieres 39,4° C.
Temperatur des Versuchszimmers 6° C.

5 Uhr 5 Min. Injection von 1,0 gr Chloroform.
5 „ 20 „ rasch eintretende Narkose.
5 „ 25 „ Temperatur 37,2
5 „ 38 „ „ 34,8
5 „ 50 „ „ 33,0
6 „ 12 „ „ 31,1
6 „ 35 „ „ 29,9

Das Thier erwacht kurz nach der letzten Messung.

Versuch 15.

Kaninchen. Gewicht 1595 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 4° C.

1 Uhr 45 Min. Injection von 1,0 gr Chloroform.
2 „ — „ Temperatur 37,7; leichte Narkose.
2 „ 15 „ „ 38,5
2 „ 50 „ „ 38,8; das Thier wird wieder munter.

Versuch 16.

Aether.

Meerschweinchen. Gewicht 472 gr.

Temperatur des Thieres 39,0° C.
Versuch im kalten Raum von 4° C.

5 Uhr — Min, Injection von 1 gr Aeth. sulf.
5 „ 30 „ Temperatur 38,2: leichte Narkose.
5 „ 45 „ „ 37,2; das Thier läuft wieder umher.
6 „ — „ „ 37,4; 2. Injection,
6 „ 27 „ „ 35,4; Narkose.
6 „ 40 „ „ 34,2; das Thier beginnt wieder sich zu bewegen.
6 „ 51 „ „ 35,3. Das Thermometer muss entfernt werden.

Versuch 17.

Kaninchen. Gewicht 1570 gr.

Temperatur des Thieres 39,4° C.
Temperatur des Versuchszimmers 3° C.

1 Uhr 50 Min. Injection von 2,0 gr Aether sulf.
2 „ 10 „ Temperatur 38,4; Thier schläft.
2 „ 18 „ „ 38,0; das Thier wacht auf.
2 „ 32 „ „ 38,2
2 „ 57 „ „ 38,5.

Intensiveren Abfall der Temperatur als in Versuch 16 und 17, welche beide von Beginn an in kaltem Untersuchungsraum und bei geöffnetem Fenster angestellt wurden, ergibt der folgende Versuch, bei welchem das Thier im warmen Zimmer narkotisirt und dann erst einer allerdings nicht beträchtlich kühleren Luft im ventilirten Respirationsapparat ausgesetzt wurde.

Versuch 18.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.
Temperatur des Versuchszimmers 19° C.

3 Uhr — Min. Injection von 2 gr Aether sulf.

Das Thier wird in die Glocke des Respirationsapparates gesetzt: Lufttemperatur 17° C.

4 Uhr 32 Min. Temperatur des Thieres 29,2.

Versuch 19.

Alkoholnarkose.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Temperatur des Thieres 39.3° C.
Temperatur des Versuchszimmers 8° C.

4 Uhr 55 Min. Injection von 5 gr Cognac,
5 „ 25 „ Temperatur des Thieres 38,9, leichte Betäubung.
Leichte klonische Zuckungen, das Thier erwacht.
5 „ 28 „ Temperatur 39,2
5 „ 40 „ „ 38,6; Injection von 3 gr Cognac.
5 „ 55 „ „ 37,9
6 „ 10 „ „ 37,3
6 „ 25 „ „ 36,7
6 „ 35 „ „ 35,7.

Der Versuch muss wegen Unruhe des Thieres unterbrochen werden. Nach einiger Zeit ist dasselbe wieder ganz munter, wird aber nach 36 Stunden verendet gefunden.

Versuch 20.

Kaninchen. Gewicht 2775 gr.

Temperatur des Thieres 39,4° C.
Temperatur des Versuchszimmers 8° C.

1 Uhr 40 Min. Injection von 10 gr Cognac.
2 „ 23 „ Temperatur 38,3; leichte Narkose.
2 „ 55 „ „ 38,2; das Thier erwacht wieder.

Stärkere Herabsetzung der Eigenwärme ergaben auch bei Alkohol Anordnungen, bei welchen die Versuchsthiere nur geringen Windströmungen ausgesetzt sind, wie dieses die folgenden Versuche lehren. Hier erreicht der Abfall nahezu dieselben Werthe, welche für Chloroform sich gefunden haben, trotzdem in dem einen Versuch die Temperatur des Zimmers nur 22° niedriger war als die Anfangstemperatur des Thieres.

Versuch 21.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.

Temperatur des Versuchszimmers 18,8° C.

2 Uhr 15 Min. Injection von 5 gr Cognac.

Das Thier wird in einen Raum von 17° C. mit guter Ventilation gebracht.

4 Uhr 25 Min. Temperatur des Thieres 31,8.

Versuch 22.

Meerschweinchen. Gewicht 520 gr.

Temperatur des Thieres 39,2° C.

Temperatur des Versuchszimmers 24,7° C.

2 Uhr 30 Min. Injection von 6 gr Cognac.

Das Thier wird in die Glocke des Respirationsapparates gebracht: Lufttemperatur 8° C.

3 Uhr 47 Min. Temperatur des Thieres 30,8.

Zum Schluss will ich wenigstens noch zwei Präparate anschliessen, die gelegentlich benutzt wurden und bei welchen sich gleichfalls eine Herabsetzung der Eigenwärme fand, ohne dass ich auf deren Wirkung heute näher eingehen möchte.

Versuch 23.

Salmiak.

Meerschweinchen. Gewicht 332 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.

Temperatur des Versuchszimmers 6° C.

5 Uhr 10 Min. Injection von 0,3 gr Salmiak.

5 „ 30 „ Temperatur 37,3; leichte Narkose: klonische Krämpfe.

5 „ 35 „ das Thier verendet.

Versuch 24.

Kampher.

Kaninchen. Gewicht 1595 gr.

Temperatur des Thieres 39,5° C.

Temperatur des Versuchszimmers 6° C.

5 Uhr 15 Min Injection von 0,1 gr Kampher.

5 „ 25 „ Temperatur 38,7; leichte Betäubung.

5 „ 50 „ „ 38,6

6 „ 5 „ 2. Injection.

6 „ 18 „ Temperatur 38,0

6 „ 40 „ „ 37,6. Das Thier sträubt sich sehr gegen die Einführung des Thermometers. Die Temperatur sinkt nicht weiter.

Wir haben schon oben im Anschluss an die ersten neun Versuche gesehen, dass das Meerschweinschen in der Narkose nicht mehr im Stande ist, seine Wärme der Anforderung entsprechend zu reguliren, dass unter der Einwirkung von Chloralhydrat die Eigentemperatur des Thieres um 20° und mehr, nach der entsprechenden Dosis Morphium um etwa 10° sinkt.

Wir können für die übrigen benutzten Präparate ganz dasselbe bestätigen. Unter der Einwirkung von Chloroform gelang es, die Temperatur der hauptsächlichsten Versuchsthiere um nahezu 10° herabzusetzen und eine ähnliche Herabsetzung, wenn auch nicht ganz so beträchtlich, gelang durch Alkohol und Aether. Diese bedeutende Herabsetzung gilt allerdings nur für das Meerschweinchen. Die Herabsetzung der Temperatur bei den beiden benutzten Kaninchen war wesentlich geringer, wahrscheinlich wegen der im Verhältniss zum Körpergewicht zu geringen Dosis. Doch trat auch bei diesen Versuchsthieren eine deutliche Herabsetzung der Temperatur auf. Die geringsten Werthe in der Verminderung ergaben die beiden nur gelegentlich benutzten Präparate Salmiak und Kampher. Da auf die Beziehung dieser Präparate zur Wärmeregulation weiter nicht eingegangen werden soll, so sind dieselben auf der Generaltabelle nicht verzeichnet.

Bei allen diesen Versuchen befand sich stets ein Controllthier unter den gleichen äusseren Verhältnissen, ohne dass dieses irgend eine Veränderung seiner Eigenwärme darbot. Die höchste Schwankung betrug 0,1—0,2° innerhalb der von uns gefundenen normalen Grenze von 39,0—39,5. Diese minimale Differenz zu erklären oder in Rechnung zu ziehen, dürfte kein Grund vorliegen.

Was das Verhalten des Abfalls im wärmeren und kälteren Raum bei gleichzeitigem scharfen Luftzug oder ohne solchen betrifft, so können wir nur das oben Gesagte wiederholen, dass in der Kälte und vor allem in kalter scharf bewegter Luft ein intensiver Reiz vorliegt, der wenigstens im Anfang der Narkose einen Damm entgegensetzt. Hat die Narkose dagegen begonnen, so sehen wir mit der kalten Umgebungstemperatur die Herabsetzung um so beträchtlicher werden, ein Verhalten, das vor allem für das so intensiv wirkende Chloralhydrat gilt. Wir werden dieser Einwirkung der Kälte noch ferner begegnen und können uns deshalb ein Eingehen auf die möglichen Ursachen dieser Erscheinung sparen.

Ein Symptom, was in den meisten Versuchen auftrat, sind klonische zitternde Bewegungen, theils nur der Extremitäten, theils auch der übrigen Körpermuskeln. Dieselben waren bei Chloralhydrat in Verbindung mit Morphium am geringsten, traten aber auch hier besonders bei tieferem Abfall der Temperatur auf; auch bei Chloralhydrat waren dieselben nicht besonders stark; dagegen begleiteten sie bei den übrigen Präparaten die Narkose und den Temperaturabfall fast ständig oder traten in Intermissionen mit kurzen Unterbrechungen auf. Auch in dem wärmeren Raum fehlten sie nicht vollständig, erreichten aber ihre grösste Stärke in kalter Umgebungsluft.

Wollen wir für dieselben ein Analogon in den Erscheinungen der Wärmeregulation suchen, so erinnern dieselben am meisten an den Fieberfrost. Derselbe stellt sich bekanntlich als häufige Begleiterscheinung fieberhafter Krankheiten ein, ohne aber bei anderen Störungen zu fehlen. So wird er sowohl in collapsartigen Zuständen mit Temperaturabfall als auch ohne Veränderung der Eigenwärme als ein nervöses Symptom beobachtet. In fieberhaften Erkrankungen hat man das Auftreten des Frostes mit der bekannten Wärmeverminderung der Haut und der peripheren Theile, mit der verringerten Blutcirculation in diesen, vielfach als Ursache der raschen Wärmesteigerung betrachtet und in diesen Erscheinungen eine Stütze für die Anschauung gesehen, dass die Steigerung der Eigenwärme einer Zurückhaltung der Wärmeabgabe ihre Entstehung verdanke, dass die Wärmeregulation somit im wesentlichen durch Variation dieser erfolge. Man könnte auch bei unsern Versuchen an ähnliche Erscheinungen denken, dass das wenigstens zum Theil noch funktionirende Nervensystem der beträchtlichen Herabsetzung der Eigenwärme durch möglichst zu verringernde Wärmeabgabe entgegen zu treten suche. Indessen hätte man bei dieser Annahme erwarten müssen, dass das Auftreten der fieberfrostartigen Erscheinungen den vorhergegangenen regelmässigen Temperaturabfall in irgend einer Weise beeinträchtigen werde. Aber das war keineswegs der Fall. Unbeeinflusst fiel die Temperatur in derselben regelmässigen und gleichmässigen Weise. War wie einzelne der Versuche ergeben die Eigenwärme in jeder Minute um 0,1° gefallen, so fiel sie in derselben Gleichmässigkeit weiter, ob die klonischen Zuckungen eintraten oder nicht. Wir sehen uns deshalb nicht in der Lage, für unsere Versuche der

Annahme einer grösseren Wärmezurückhaltung unter dem Einfluss dieser klonischen Zuckungen zuzustimmen.

Auch an eine stärkere Wärmeproduktion, bedingt durch die Muskelbewegungen, zu denken, liegt keine Veranlassung vor. In diesem Falle würden wir eine stärkere Wärmeabgabe voraussetzen müssen als zuvor, und diese ist nach dem bekannten Verhalten der Haut im Fieberfrost mindestens unwahrscheinlich. Jedenfalls haben wir also keine Veranlassung die Wärmeproduktion in directen Zusammenhang mit den unwillkürlichen Bewegungen der Muskulatur zu bringen. Dagegen sistirte die Temperaturherabsetzung sofort, wenn das Thier bei tiefem Stand der Temperatur aus dem künstlich hervorgerufenen Schlaf erwachte, wenn dasselbe den Kopf erhob und sich der Einwirkung der Kälte und des Windes durch Fortlaufen zu entziehen suchte. Innerhalb kurzer Zeit stieg dann die Temperatur des Thieres wieder an. Der tiefste Stand, bei welchem das selbständige Erwachen noch beobachtet wurde, beträgt 22,5° C. Ob bei tieferen Temperaturen insbesondere unter 20° das Nervensystem noch im Stande ist, sich der Einwirkung der Narkose zu entziehen, bleibt zweifelhaft. Wollten wir in diesem Fall das Thier nicht zu Grunde gehen lassen, so wurde dasselbe der weiteren Abkühlung durch Beschränkung des Wärmeverlustes entzogen.

In vielen Fällen trat unter der Einwirkung der Narkotika ein schlafartiger Zustand überhaupt nicht ein. Trotzdem ging in diesen Fällen die Temperatur herab. In andern trat unter verhältnissmässig geringerem Herabgang der Temperatur ein Zustand ein, in welchem bald der Schlaf mit Abfall der Temperatur, bald ein Zustand von Halbwachen mit Ansteigen der Eigenwärme abwechselten. Da die Herabsetzung immer grössere Zeiträume erforderte als das Wiederansteigen, so erreichte die subnormale Temperatur bei diesen Versuchen keine beträchtliche Tiefe.

Alle diese Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Wärmeregulation in der mit Schlaf verbundenen Narkose am intensivsten beeinträchtigt ist, dass dieselbe aber auch ohne Schlaf eine Herabsetzung erfahren kann. Jedenfalls aber sehen wir, wie jener Zustand, in welchem Empfindungen in mehr oder weniger normalen Weise beantwortet werden, also das Bewusstsein der künstlichen Herabsetzung der Eigentemperatur ein mächtige Schranke setzt.

Zur Vergleichung der bei den Versuchsanordnungen erreichten Herabsetzung der Temperatur diene die nachfolgende Tabelle.

	0,25 Chloralhydr.	0,2; 0,15 Chloralhydr.	0,2 Chloralhydr.	0,2 Chloralhydr.	0,2; 0,1 Morph. hydr.	0,2 Morph. hydr.	0,2; 0,2 Morph. hydr.	0,015 M. h. 0,08 Chlor.	0,2 Morph. hydr.	0,1 Chlor. 0,05 M. h.	0,1 Chlor. 0,025 M. h.	0,05 Chlor. 0,025 M. h.	0,2 Chlor. 0,05 M. h.	1,0 Chloroform.	1,0 Chloroform.	1,0; 1,0 Aether sulf.	2,0 Aether sulf.	2,0 Aether sulf.	5,0; 3,0 Cognac.	10,0 Cognac.	5,0 Cognac.	Cognac.
Gewicht d. Thieres	472	462	459	472	472	520	459	438	438	618	438	332	460	438	1595	472	1570	459	438	2755	459	520
Temp. d. Thieres	39,5	39,5	39,5	39,4	39,4	39,5	39,5	39,5	39,5	39,3	39,4	39,3	39,5	39,4	39,5	39,0	39,4	39,5	39,5	39,4	39,5	39,2
15 Minuten	37,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30 „	35,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,5	—	38,0	—	—	—	—	—
45 „	34,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60 „	32,3	—	—	—	—	—	39,2	—	—	—	—	—	—	—	38,8	2. Inj.	38,5	—	—	—	—	—
75 „	31,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,2	—	30,8
90 „	—	—	—	—	—	—	37,3	—	—	—	—	—	—	29,9	—	—	—	29,2	—	—	—	—
105 „	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	34,0	—	—	—	34,2	—	—	35,7	—	—	—
120 „	29,4	2. Inj.	—	35,4	35,3	35,3	—	—	33,2	32,6	—	35,1	—	—	—	35,3	—	—	—	—	—	—
135 „	—	—	—	—	—	—	—	30,3	—	38,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31,8	—
150 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
165 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180 „	—	35,6*	—	—	2. Inj.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
210 „	—	—	24,7	39,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240 „	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
270 „	16,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300 „	—	22,5	—	—	29,4	36,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temp. d. umgebenden Luft	17°	8° *	17	1° *	17°	8° *	18°	21°	27,9	5,5°	17°	8°	18°	6°	4°	4°	8°	17°	8°	8°	—	—
* stark bewegt	spät 2° *	8° *	2° *	1° *	4° *	8° *	5° *	8°	7°	5,5°	2° *	8° *	8° *	6°	4°	4°	8°	17°	8°	8°	17°	8°

2. Die Ursache der Temperaturherabsetzung durch die Narkose.

Wir haben in dem ersten Capitel dieser Arbeit gesehen, welche beträchtliche Abnahme der Eigenwärme unter dem Einfluss der verschiedensten Narkotika Statt hat. Wir haben uns jetzt mit der Ursache dieser Erscheinungen zu beschäftigen. Indem wir zunächst einen Theil der in Betracht kommenden Momente bei Seite lassen, werden wir die Hauptfrage zu beantworten haben, ob diese Herabsetzung der Körpertemperatur zu Stande kommt durch eine Herabsetzung der Wärmeproduktion bei gleich bleibender Wärmeabgabe oder durch eine beträchtlich gesteigerte Wärmeabgabe bei gleich bleibender oder wenigstens nicht wesentlich verminderter Produktion.

Die Methoden, die sich im allgemeinen der Lösung dieser Fragen darbieten, bestehen einmal in vergleichender Messung der Wärmeabgabe unter normalen Verhältnissen und in der Narkose und ferner in der Messung der Wärmeproduktion durch Messung des verbrauchten Sauerstoffs und der abgegebenen Kohlensäure. Die letztere Methode ist nach dem Vorgang von Lavoisier sowie Regnault und Reisset hauptsächlich von Pflüger und seiner Schule, wie schon oben erwähnt, unter den verschiedensten Versuchsmodificationen geprüft worden und bei diesen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass ein sicherer Masstab für die Verbrennungsvorgänge innerhalb des thierischen Körpers und somit für die Wärmeregulation nicht existirt. Scheinesson[1]), dessen Arbeit schon oben citirt ist, hat sich der ersteren Methode bedient und ist dabei zu dem Resultat gekommen, dass von einer gesteigerten Wärmeabgabe unter der Einwirkung von Chloroform nicht die Rede sein kann. Leider ist die Methode, die Wärmeabgabe zu messen, noch eine recht unvollkommene. Es ist dieses nicht allein für die Untersuchungen am Thier, sondern auch für klinische Zwecke und die Messung der Wärmeregulation des Menschen ausserordentlich zu bedauern. Ich zog es deshalb vor, in dem bekannten Pflüger'schen Respirationsapparat den Sauerstoffverbrauch sowie die Kohlensäureproduktion der Versuchsthiere zu bestimmen.

Colasanti[2]) hat bekanntlich unter Pflüger's Leitung eine

---

1) l. c.

2) Dies Archiv Bd. XIV, S. 92. — Vgl. dies Archiv Bd. XIV, S. 469, Nachtrag von Pflüger.

Reihe von Versuchen an Meerschweinchen angestellt und dabei den verbrauchten Sauerstoff und die abgegebene Kohlensäure sowohl bei warmer Umgebungstemperatur als auch bei kalter Luft gemessen. Seine Versuche ergaben für mittlere Temperatur (18,8°) einen Verbrauch von 1110,5 ccm Sauerstoff und eine Abgabe von 964,9 ccm Kohlensäure pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde und für eine Temperatur von 7,44° einen Verbrauch von 1584,7 ccm Sauerstoff und 1353,4 ccm Kohlensäureabgabe. Demgemäss ergibt sich bei Abnahme der Temperatur der Luft für 1° C. auf 1 Kilo Gewicht und eine Stunde Zeit ein Mehrverbrauch von 41,74 ccm Sauerstoff und eine Mehrabgabe von 34,2 ccm Kohlensäure.

Diese Versuche wurden von Finkler[1]) verschiedentlich modificirt und ergaben dasselbe Resultat der Variation der Wärmeproduktion gegenüber Differenzen der umgebenden Temperatur. Doch zeigten sich bei der Modification der Versuche noch einzelne nicht unbedeutende individuelle Schwankungen, insbesondere jene, dass der Einfluss des Winters den Stoffwechsel des Meerschweinchens im Verhältniss zum Sommer um 23 % steigert. Die von Finkler erhaltenen Werthe betragen bei einer Temperatur von 18,4° für den Sauerstoffverbrauch pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde Zeit 1371,4 ccm und für die Kohlensäureabgabe 1183,5 und ferner fand sich, dass die Zunahme des Sauerstoffverbrauchs für 1° C. Temperaturabnahme zwischen 23,3 und 48,2 ccm schwankte. Als mittlerer Werth fand sich aber für die Zunahme des Sauerstoffverbrauchs 41,2.

Die Aufgabe, den Einfluss der Narkose auf die Wärmeproduktion zu untersuchen verlangte also dieselbe Versuchsanordnung wie sie Colasanti, wie sie Finkler benutzt hatten.

Der Apparat, in welchem die Versuche angestellt wurden, ist derselbe, welcher zu Colasanti's Arbeit benutzt und in Pflüger's Archiv Bd. XIV, Heft I, pag. 94 beschrieben ist. Einige Verbesserungen sind unterdessen von Pflüger an demselben angebracht worden. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Verbesserung in den Zuleitungsröhren des Thierrecipienten, welche Finkler schon beschrieben hat. Ebenso hat Finkler eine Verbesserung in der Zuleitung der in den Sauerstoffbehälter nachfliessenden Chlorcaliumlösung angebracht. Diese Verbesserung befindet sich

---

1) Dies Archiv Bd. XV, S. 603.

an dem von uns benutzten Apparate nicht. Doch wurde die grösste Aufmerksamkeit darauf verwendet, den Sauerstoff stets unter Atmosphärendruck zu halten. Betreffs der weiteren Details des Apparates kann ich auf die Beschreibung von Colasanti verweisen, ebenso betreffs der Gasanalyse der aus dem Respirationsraum entnommenen Luftprobe.

Da die Zahlen von Colasanti und Finkler gemäss den in verschiedener Jahreszeit angestellten Versuchen einige Differenzen ergaben, so zog ich es vor, zunächst am normalen Thiere bei warmer und kalter Umgebungsluft zwei Versuche anzustellen, nachdem der Apparat bei einer Reihe von Controllversuchen als vollständig luftdicht schliessend befunden war. Es konnten dann sowohl die eigenen Zahlen als die von Colasanti und Finkler gefundenen zum Vergleich mit den Werthen in der Narkose herangezogen werden.

Versuch 1.

Normales Thier, warme Umgebungsluft.

Meerschweinchen. Gewicht 534 gr.

Dauer des Versuchs 2 Stunden 45 Minuten.

Rectumtemperatur des Thieres vor dem Versuch	39,5°
„ „ „ nach dem Versuch	39,3°
Temperatur des Laboratoriums	19,1°
„ der Glocke	19,0°.

Inhalt des Apparates, in welchem das Thier athmet 4672,25. Analyse der am Ende des Versuchs entnommenen Luftprobe des Respirationsapparates:

Kohlensäure	0,39
Methan	0,2
Wasserstoff	0,07
Sauerstoff	19,21
Stickstoff	80,13.

Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon red.	1388,0
Deficit des Respirationsraumes 18,2 + 12,6 . .	30,8
	1418,8.
Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	515,9
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde .	966,0
Kohlensäureabgabe	1364,56

Kohlensäureabgabe pro 1 Stunde 496,2
„ pro 1 Kilo und Stunde . . **929,0.**
Respiratorischer Quotient 0,95.

Das Thier war bei Beginn des Versuchs nicht nüchtern.

Versuch 2.

Normales Thier, kalte Umgebungsluft.

Meerschweinchen. Gewicht 534 gr.

Dauer des Versuchs 1 Stunde 30 Minuten.

Rectumtemperatur vor dem Versuch . . . . . 39,5°
„ nach dem Versuch . . . . . 39,4°
Temperatur des Laboratoriums . . . . 19,5°
„ in der Glocke . . . . 4,0°.

Inhalt des Apparates, in welchem das Thier athmet 4672,25. Analyse der am Ende des Versuchs genommenen Luftprobe des Respirationsapparates:

Kohlensäure	0,28
Brennbares Gas	--
Sauerstoff	20,3
Stickstoff	79,42.

Sauerstoffverbrauch aus dem Ballon red. . . .	1321,2
Deficit des Respirationsraumes	13,08
	1334,28.

Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde 889,5
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde **1665,7**
Kohlensäureabgabe während des Versuchs 1076,04
„ pro 1 Stunde 717,31
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde . . . **1342,24.**
Respiratorischer Quotient 0,806.

Das Thier hat 18 Stunden vor Beginn des Versuches nicht mehr gefressen.

Vergleichen wir diese am normalen Thiere von uns gefundenen Werthe mit den früheren, so zeigen sie damit eine hinlängliche Uebereinstimmung. Da unsere Versuche im Sommer angestellt sind, so lassen sich Finkler's Zahlen, dessen Untersuchungen im Winter angestellt sind, nur vergleichsweise verwerthen. Zweckmässiger wird es sein, auf die unter gleichen Bedingungen angestellten Versuche von Colasanti zurückzugreifen. Aus den Ver-

suchen Colasanti's ergibt sich für die berechnete Temperatur von 18,8° ein Verbrauch von 1110,5 ccm Sauerstoff und eine Abgabe von 964,9 ccm Kohlensäure. Die von uns gefundenen Werthe sind etwas geringer, liegen aber innerhalb der von Colasanti gefundenen Grenzen, der bei 18,7° beispielsweise nur 948,17 ccm Sauerstoffverbrauch und 872,0 ccm Kohlensäureabgabe fand. Es wird uns demgemäss gestattet sein, auch bei unsern weiteren Versuchen die Mittelwerthe von Colasanti zum Vergleich heranzuziehen. Bei einer Temperatur von 7,44° ergaben die Berechnungen aus Colasanti's Zahlen einen Verbrauch von 1584,7 Sauerstoff und eine Abgabe von 1353,4 Kohlensäure. Unsere Werthe bei einer Umgebungstemperatur von 4° ergaben einen Sauerstoffverbrauch von 1665,7 ccm und eine Kohlensäureabgabe von 1342,24, liegen also den Werthen von Colasanti ausserordentlich nahe, insbesondere wenn die Differenz von 2° C. in Rechnung gezogen wird. Die von Finkler im Winter gefundenen Werthe liegen etwas höher, so dass die von dem genannten Forscher herangezogene Erklärung einer im Sommer gegen den Winter verringerten Wärmeproduktion durch unsere Befunde ebenfalls gestützt wird.

Der Mehrverbrauch von Sauerstoff bei Abnahme der Temperatur um 1° C. und für 1 Kilo Thier und 1 Stunde Zeit berechnet sich nach den Werthen von Colasanti auf 41,74 ccm. Die von uns gefundene Differenz beträgt 46,6 pro 1° C., ist also etwas höher, als der von Colasanti gefundene Werth. Indessen hat schon Finkler nachgewiesen, dass die Zunahme des Sauerstoffverbrauchs bei den einzelnen Versuchen sehr verschiedene Werthe ergibt und dass dieser Werth schwankt von 23,3 bis 48,2. Es liegt also auch der von uns gefundene Werth innerhalb der normalen Grenzen, sodass es nach dieser Seite hin eines Eingehens auf die Versuche nicht bedarf.

Einige Worte möchte ich noch betreffs der Luftanalysen hinzufügen. Die Menge der im Respirationsapparat gefundenen Kohlensäure stimmt mit den früheren Beobachtungen völlig überein. Dieselbe ergab nach dem ersten Versuch von 2 Stunden 45 Minuten einen Procentgehalt von 0,39%, entsprechend einem Mehrwerth von 18,2 ccm, die als Sauerstoffdeficit noch dem aus dem Ballon entnommenen Sauerstoff zuzuzählen sind und in dem zweiten $1^1/_2$ Stunde dauernden Versuch 0,28%, entsprechend einem Werth von 13,08.

Weitere Kohlensäurebestimmungen wurden unter den folgenden Versuchen noch in Versuch 3, 4, 7, 8, 9 ausgeführt. In allen diesen Versuchen ergab sich für eine Versuchsdauer, die 2 Stunden mehr oder weniger beträchtlich überschritt, ein Werth von 0,4 bis 0,5 % der Athmungsluft. In den Versuchen von geringerer Dauer ergab sich ein Procentgehalt von 0,28—0,3.

Da nun alle diese Werthe eine wesentliche Abweichung von den früher gefundenen Zahlen nicht ergaben und der Kohlensäuregehalt der Luft je nach der Länge des Versuchs zwischen 13,08 und im höchsten Fall (einmal gefunden) 23,3 schwankt, so habe ich mir erlaubt, in den Versuchen 5, 6, 10 den entsprechenden Durchschnittsgehalt einzuschieben.

Brennbares Gas wurde bei dem normalen Thier nur in Versuch 1 gefunden, in welchem das Thier direct aus dem Stall in den Respirationsapparat gesetzt wurde und somit wahrscheinlich gefressen hatte. In Versuch 2 wurde bei dem nüchternen Thier brennbares Gas in der Umgebungsluft nicht gefunden. Da nun bei den folgenden Versuchen mit narkotisirten Thieren eine Entstehungsursache von brennbaren Gasen in der Einführung der narkotischen Mittel gegeben war, deren Eruirung immerhin einiges Interesse bot, so wurden in der Folge nur Thiere in nüchternem Zustand zu den Respirationsversuchen verwendet, d. h. solche, die 18 bis 24 Stunden nichts gefressen hatten, da die Untersuchungen von Finkler auch für Thiere, die mehrere Stunden vom Futter entfernt waren, noch Ausscheidung von Kohlenwasserstoff und Wasserstoff ergeben haben.

Nachdem wir soweit auf die Resultate am normalen Thier und ihre Uebereinstimmung mit den früheren Befunden eingegangen sind, können wir zu den Versuchen über den Einfluss der Narkose auf die Oxydationsvorgänge übergehen.

Versuch 3.

Thier mit Chloralhydrat narkotisirt.

Meerschweinchen. Gewicht 625 gr.

Injection von 0,16 gr Chloralhydrat.

Dauer des Versuchs 3 Stunden 35 Minuten.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch . . .	39,5°
„ „ „ nach dem Versuch . . .	21,3°
Temperatur des Laboratoriums	19,8°
Temperatur in der Glocke	6,0°.

Analyse der am Ende des Versuchs entnommenen Probe der Luft des Respirationsapparates:

Kohlensäure	0,501
Methan	0,6
Wasserstoff	0,2
Sauerstoff	18,79
Stickstoff	79,9

Sauerstoffverbrauch aus dem Ballon	1273,8
Deficit des Respirationsraumes	23,3
	37,2
	1334,3.
Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	372,4
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde	**595,8**
Kohlensäureabgabe an die Kalilauge	1148,8
Mehrgehalt des Respirationsraumes	23,3
	1172,1.
Kohlensäureabgabe pro 1 Stunde	327,1
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde	**523,36.**

Respiratorischer Quotient 0,87.

Das Thier hat seit etwa 18 Stunden nicht gefressen.

Betrachten wir kurz das Resultat dieses Versuches, so finden wir zunächst, dass das ganz nüchterne Thier eine nicht unbeträchtliche Menge von brennbarem Gas exhalirt, das wir wohl zum grösseren Theil als Umsetzungsprodukt des Chloralhydrat zu betrachten haben. Die Menge der in dem Respirationsapparat befindlichen Kohlensäure weicht von dem Normalgehalt nicht wesentlich ab. Dagegen hat sich der Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäureabgabe gegenüber dem normalen Thiere hochgradig vermindert. Hatten wir in Versuch 2 ebenfalls bei kalter Umgebungstemperatur (4°) einen Verbrauch von **1665,7** pro 1 Kilo Thier und eine Stunde gefunden, so finden wir unter ähnlichen Verhältnissen einer kalten Umgebungstemperatur von 6° einen Sauerstoffverbrauch von **595**,8, einen Werth, der noch weit von der Hälfte des Verbrauchs im normalen Zustande entfernt ist. Und dieser Werth wird nicht wesentlich verändert, wenn wir die Correction der geringen Temperaturdifferenz in beiden Fällen von dem in Versuch 2 gefundenen Werthe abziehen. Nehmen wir als Mehrverbrauch pro 1° C. nach unserer Berechnung 46,6 ccm an, so ergibt dieses für Versuch 2 auf 6° C. verrechnet 1572,5 ccm

und demgemäss ergibt sich in Versuch 3 ein Verbrauch von 37,9 %[1]) des normalen Thieres.

Ganz in der gleichen Weise hat sich auch die Kohlensäureabgabe vermindert. Dieselbe ist von 1342,24 auf 523,36 gesunken und wenn wir auch hier die Correction anbringen, so ergibt sich der abzuziehende Werth für 2° C. nach unserem Versuch gleich 55,1 und der Werth der Kohlensäureabgabe gleich 1287,14. Darnach stellt sich die Abgabe von Kohlensäure auf **40,6 %** des normalen Thieres. Die Verminderung des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureabgabe zeigen demgemäss eine hinlängliche Uebereinstimmung.

Es sinkt also der Gesammtverbrauch von Sauerstoff in der Narkose um ca. 60 % der Norm und in ähnlicher Weise gestaltet sich die Kohlensäureausscheidung. Aber diese Zahlen bedürfen noch einer weiteren Correctur. Dieselben sind gefunden als Ergebniss eines längeren Versuchs und in diesem hat sich das Thier nicht stets in dem gleichmässigen Stadium der Narkose befunden, es kann möglicher Weise der Verbrauch von Sauerstoff zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen sein. Und das ist allerdings, wie genauere Ablesung des O-verbrauchs ergiebt, der Fall. Es verändern sich dadurch die Werthe ganz ausserordentlich und zwar so, dass im Anfang zum Verbrauch von 100 ccm Sauerstoff uncorrigirt 10, dann 7 Minuten nothwendig waren. Und dieser Werth stieg bis zu 30 Minuten. Doch möchte ich auf diese weiteren Berechnungen erst später bei den Gesammtresultaten eingehen. Für jetzt dürfen wir als Resultat registriren, dass bei dem mit Chloralhydrat narkotisirten Thiere die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureproduktion ganz beträchtlich sinken.

Und Hand in Hand mit dieser Herabsetzung beider geht eine Temperaturabnahme des Versuchsthieres von 39,5° auf 21,3°, also eine Herabsetzung um 18,2° C.

Doch wird es nothwendig sein, diese Resultate an weiteren Versuchen zu prüfen.

---

1) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's so würde der Sauerstoffverbrauch in Versuch 3: 36,4 % der Norm ausmachen. Die Werthe 37,9 und 36,4 aus meinen Versuchen und denen Colasanti's berechnet, zeigen eine auffallende Uebereinstimmung. Das Gleiche gilt auch für die weiteren vergleichenden Berechnungen.

Versuch 4.

Thier mit Chloralhydrat narkotisirt.

Meerschweinchen. Gewicht 634 gr.

Injection von 0,18 gr Chloralhydrat.

Dauer des Versuchs 3 Stunden.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch . . .	39,4°
„ „ „ nach dem Versuch . . .	23,6°
Temperatur des Laboratoriums . , ...	21,0°
„ in der Glocke	8,0°.
CO_2-gehalt der Respirationsluft	0,44
Sauerstoffaufnahme	1088,55
Sauerstoffverbrauch pro Stunde	362,8
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde .	**572,3**
Kohlensäureabgabe (insgesammt)	924,006
„ pro 1 Stunde	308,0
„ pro 1 Kilo und 1 Stunde .	**485,8.**

Respiratorischer Quotient 0,848.

Wir sehen also auch in diesem Versuch die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe ganz beträchtlich sinken und zwar beträgt für erstere der Werth 38,7 %[1]) der Norm. Dem entsprechend ist auch die Kohlensäureabgabe gefallen, wie der respiratorische Quotient von 0,848 angibt.

Das Resultat dieser verminderten Verbrennungsvorgänge documentirt sich aber wieder durch eine Abnahme der Eigenwärme des Thieres um 15,8°.

Versuch 5.

Gemischte Narkose von Morphium und Chloralhydrat.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Injection von 0,015 gr Morphium hydrochloricum und 0,08 gr Chloralhydrat.

Dauer des Versuchs 2 Stunden 23 Minuten.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch . . .	39,5°
„ „ „ nach dem Versuch . . .	30,3°
Temperatur des Laboratoriums	21,0°
„ in der Glocke	8,0°.
Sauerstoffverbrauch während des Versuches	856,1
„ pro 1 Stunde	359,2
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde .	**820,09.**

Die Bestimmung der Kohlensäureabgabe missglückte.

1) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's, so würde der Sauerstoffverbrauch in Versuch 4: 36,6 % der Norm ausmachen.

Versuch 6.

Thier mit Morphium hydrochloricum narkotisirt.

Meerschweinchen. Gewicht 438 gr.

Injection von 0,2 gr Morphium hydrochloricum.

Dauer des Versuchs 1 Stunde 51 Minuten.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch . . .	39,5°
„ „ „ nach dem Versuch . . .	33,2°
Temperatur des Laboratoriums	21,9°
„ in der Glocke	7,0°.
Sauerstoffaufnahme während des Versuchs	937,2
Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	506,5
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde .	**1156,6**
Kohlensäureabgabe insgesammt	841,8
„ pro 1 Stunde	456,4
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde .	**1041,9.**

Respiratorischer Quotient 0,900.

Brennbares Gas wurde in der aus dem Respirationsapparat am Ende des Versuchs entnommenen Luftprobe nicht gefunden.

Die beiden Versuche 5 und 6 ergeben ein Resultat, das mit dem vorhergehenden sich in völliger Uebereinstimmung befindet. Bei beiden ist der Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäureproduktion beträchtlich herabgesetzt, bei beiden ist die Temperatur der Thiere um 6—9° herabgegangen. Es zeigt sich aber ferner, dass die Morphiumnarkose ohne gleichzeitige Verabreichung von Chloralhydrat sowohl eine geringere Herabsetzung der Temperatur bewirkt als auch eine geringere Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs mit sich führt. Während bei einem O-verbrauch von 820,09 pro Kilo Thier und Stunde bei einer Umgebungstemperatur von 8° die Herabsetzung der Eigenwärme 9,2° beträgt, weist die Herabsetzung der Temperatur durch Morphiumnarkose nur 6,3° und einen Sauerstoffverbrauch von 1156,6 pro Kilo Thier und Stunde auf, bei nahezu der gleichen umgebenden Lufttemperatur. Im Verhältniss zum Normalverbrauch beträgt der Werth des Sauerstoffs für Versuch 5: 56,1%,
„ „ 6: 75,7% der Norm.

1) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's, so würde der Verbrauch an Sauerstoff in Versuch 5: 54,8% und in Versuch 6: 72,1% der Norm ausmachen.

Nicht ganz uninteressant dürfte ferner für die Ausscheidung des Morphium aus dem Körper sein, dass brennbares Gas sich in der Exspirationsluft nicht nachweisen liess.

Versuch 7.

Chloroformnarkose.

Meerschweinchen. Gewicht 520 gr.

Injection von 1,5 gr Chloroform.

Dauer des Versuchs 2 Stunden 6 Minuten.

Temperatur des Thieres vor der Operation	39,4°
„ „ „ nach der Operation	31,8°
Temperatur des Laboratoriums	25,0°
„ in der Glocke	8,0°.

Analyse der aus dem Respirationsapparat entnommenen Luftprobe:

Kohlensäure	0,42
Methan	2,88
Wasserstoff	0,87
Sauerstoff	15,78
Stickstoff	80,1.

Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon	821,1
Deficit des Respirationsraumes an CO_2	20,5
An Methan und Wasserstoff	172,8[1]
	1014,4.
Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	483,04
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	928,9
Kohlensäureabgabe	914,8
„ pro 1 Stunde	435,6
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	837,8.

Respiratorischer Quotient 0,90.

Das Thier hat wie schon angeführt, ebenfalls seit mindestens 18 Stunden nichts gefressen.

Auch die Chloroformnarkose ergibt sonach eine beträchtliche Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureproduktion. Das Procentverhältniss des O-verbrauchs gegenüber der Norm beträgt nach unserer Rechnung 62,7 %[2]) und ganz in Ueber-

1) Die verbrannten Gase wurden von uns als Methan und Wasserstoff berechnet. Die Fragen, ob diesen noch bestimmte Mengen Chloroform beigemischt waren, möchten wir späteren Versuchen zu entscheiden überlassen.

2) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's, so würde der Verbrauch in Versuch 7: 59,4 der Norm betragen.

einstimmung damit ist die Wiederabgabe von Kohlensäure. Dabei ist die Temperatur des Thieres um 7,6° herabgegangen.

Von hohem Interesse dürfte sein, dass die aus dem Respirationsapparat am Ende des Versuchs entnommene Luftprobe 2,83% Methan und 0,87% Wasserstoff ergibt. Darnach berechnet sich der Gesammtgehalt des Apparates auf 172 ccm brennbaren Gases. Es ist dieses ein verhältnissmässig hoher Werth und die Möglichkeit, dass ein besonderer Zufall bei dem einen Versuch eine Rolle spielt, ist nicht ausgeschlossen. Doch spricht der Befund von ebenfalls grösseren Mengen von Methan und Wasserstoff bei Versuch 3 und dem später folgenden Aetherversuche dafür, das wirklich beträchtliche Mengen dieser nach der Einführung bestimmter Narkotika ausgeschieden werden. Und diese brennbaren Gase können wir wohl ohne besondere Einwendungen auf Zersetzungsprodukte der benutzten Präparate zurückführen.

Versuch 8.

Alkoholnarkose.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Injection von 6,0 gr Cognac.

Dauer des Versuchs 2 Stunden 10 Minuten.

Temperatur des Thieres vor der Operation	39,5°
„ „ „ nach der Operation	31,8°
Temperatur des Laboratoriums	18,8°
„ in der Glocke	17,0°.

Analyse der am Ende des Versuchs genommenen Luftprobe des Respirationsapparates:

Kohlensäure	0,3
Brennbares Gas	0,0
Sauerstoff	20,3
Stickstoff	79,4.

Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon	739,4
Deficit des Respirationsraumes	20,5
	759,9.
Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	350,7
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	**764,1**
Kohlensäureabgabe	794,68
„ pro 1 Stunde	366,7
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	**799,07.**

Respiratorischer Quotient 1,0457.

Versuch 9.

Alkoholnarkose.

Meerschweinchen. Gewicht 520 gr.

Injection von 6,0 gr Cognac.

Dauer des Versuchs 1 Stunde 17 Minuten.

Temperatur des Thieres vor der Operation . . .	39,2°
„ „ „ nach der Operation . .	30,8°
Temperatur des Laboratoriums	24,7°
„ in der Glocke	8,0°.

Analyse der am Ende des Versuchs aus dem Respirationsapparat entnommenen Luftprobe:

Kohlensäure . . .	0,28
Brennbares Gas . .	0,00
Sauerstoff	20,69
Stickstoff	79,03.

Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon	657,2
Deficit des Respirationsraumes	13,08
	670,3.

Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	522,3
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde .	**1004,4**
Kohlensäureabgabe	668,4
„ pro Stunde	520,8
„ pro 1 Kilo Thier und eine Stunde .	**1001,6**.

Respiratorischer Quotient 0,99.

Versuche 8 und 9 zeigen uns die Wirkung des Alkohols auf die Verbrennungsprocesse des thierischen Organismus und zwar einmal bei warmer und dann bei kalter Umgebungstemperatur. In beiden Fällen ist der Sauerstoffverbrauch in unzweifelhafter Weise herabgesetzt. Bei warmer Umgebungstemperatur beträgt der verbrauchte Sauerstoff 72,1 %[1]) des Normalverbrauchs, bei einer Temperatur der umgebenden Luft von 8° beträgt der Verbrauch 67,9 % der Norm; Zahlen, die wohl hinlänglich übereinstimmen. In beiden Fällen sinkt die Temperatur des Thieres und zwar in warmer Umgebung um 7,7°, in kalter um 8,4°.

Auf die temperaturherabsetzende Wirkung des Alkohols ge-

1) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's, so würde in Versuch 8 der Werth des Sauerstoffverbrauchs auf 64,4 % der Norm, in Versuch 9 auf 64,3 % der Norm fallen.

nauer einzugehen, dürfte überflüssig sein. Die Arbeiten von Binz und seinen Schülern haben diese Frage schon früher genügend klar gestellt und unsere Versuche (vergl. ausserdem T. I) zeigen nur, dass bei entsprechender Versuchsanordnung der Einfluss des Alkohols noch deutlicher in Erscheinung tritt. Dass aber die Herabsetzung der Körpertemperatur durch Herabsetzung der Oxydationsprocesse zu Stande kommt, ist seither nicht sicher bekannt, bestätigt aber die Anschauung von Binz, dass wir in dem Alkohol ein Mittel besitzen, welches den Zerfall und die Verbrennung des Körpergewebes aufhält. Ein Theil dieser Wirkung kommt, wie Bodländer[2]) vor kurzem nachgewiesen hat, dadurch zu Stande, dass der Alkohol selbst in dem thierischen Organismus verbrennt und somit andere Substanzen zu ersetzen im Stande ist, eine Schlussfolgerung, zu welcher das nicht nennenswerthe Vorkommen des Alkohols in den Excreten und der Exspirationsluft den Verfasser führte. In vollständiger Uebereinstimmung mit diesen Befunden Bodländer's steht auch die von uns angeführte Untersuchung der Exspirationsluft, die bei subcutaner Einführung des Präparates ein Auftreten von brennbaren Gasen nicht nachweisen liess. Indessen war bei diesem Eintreten des Alkohols für andere brennbare Substanzen eine Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs nicht einmal nothwendig. Es muss also nächst diesem Eintreten des Sauerstoffs noch eine weitere Wirkung ihm zugeschrieben werden, die wir als eine die Verbrennungsprocesse hemmende bezeichnen müssen. Und diese hemmende Wirkung tritt in unseren Zahlen deutlich hervor. Wollten wir dabei gleichzeitig die Gesammtersparniss des Körpers berechnen, so müsste der zur Verbrennung des Alkohols nothwendige Sauerstoff noch von den Werthen in Versuch 8 und 9 abgezogen werden. Für unsere Versuche indessen, bei welchen es sich um die Ursache der früher gefundenen Temperaturerniedrigung handelt, genügt das Resultat, dass in dem einen Fall die Oxydationsprocesse auf 72,09, in dem andern auf 67,9 % des Normalen reducirt sind.

Es ist das allerdings eine Herabsetzung, welche in keiner Weise derjenigen eines mit Chloralhydrat narkotisirten Thieres gleichkommt, aber sie ist doch deutlich nachweisbar und so gross,

---

1) Bodländer, die Ausscheidung aufgenommenen Weingeistes aus dem Körper. Dies Archiv Bd. XXXII, p. 398.

dass wir in unserer Versuchsanordnung dem Alkohol eine Herabsetzung der Oxydationsprocesse zuschreiben müssen. Bekanntlich glaubt Wolfers [1]), der gleichfalls Versuche über die Wirkung des Alkohols auf den respiratorischen Stoffwechsel vor kurzem veröffentlicht hat, dem Alkohol eine die Oxydationsprocesse herabsetzende Kraft nicht zuschreiben zu dürfen. Doch ist ein Vergleich der Versuche von Wolfers und mir insofern schwierig, als ersterer bei den meisten Versuchen den Alkohol direct in die Vene injicirt hat und zwar an Thieren, die auf dem Kaninchenhalter vollständig befestigt waren. Sind schon durch diese Versuchsanordnung Differenzen bewirkt, so ist dieses noch weit mehr der Fall in Bezug auf die Dosis. Während Wolfers bei schwacher Injection eine Vermehrung der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureproduktion findet, zeigt sich nach sehr starker Injection insbesondere bei deutlicher Narkose eine zweifellose Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs. Das Gleiche findet Wolfers in einer Versuchsreihe bei einem nüchternen Thier schon bei geringerer Injection ohne jedoch wesentliches Gewicht hierauf zu legen.

Jedenfalls stimmen, soweit es die Narkose betrifft, auch die Werthe von Wolfers und mir ganz ausserordentlich überein. deutliche jedoch nicht sehr beträchtliche Herabsetzung der Oxydationsprocesse. Ob aber Wolfers nach den Befunden am geknebelten und operirten Thier berechtigt ist, für geringe Gaben von Alkohol im allgemeinen die Herabsetzung der Oxydationsprocesse zu leugnen, wage ich zu bezweifeln. Welche intensive Reizung durch die Befestigung der Thiere, durch Operation ausgelöst wird, das bedarf wohl kaum der Erwähnung. Alle unsere Beobachtungen — und ich werde das noch insgesammt am Schluss der Versuche skizziren — haben uns gelehrt, dass äussere Reize die Temperaturherabsetzung intensiv zu verhindern im Stande sind und da diese Herabsetzung mit einer Verminderung der Oxydationsprocesse einhergeht, so kann jede intensive Reizung eine scheinbare Vermehrung der Oxydationsvorgänge vortäuschen, deren wirklicher Werth erst zu Tage kommt, wenn die Einwirkung des betreffenden Mittels intensiv genug ist, die äusseren Reize nicht zur Geltung kommen zu lassen.

---

1) Untersuchungen aus dem thierphysiol. Laboratorium zu Poppelsdorf. Dies Archiv Bd. XXXII, Heft 4, 5, 6.

Unter diesen Verhältnissen bedarf es entschieden noch des Beweises, dass kleinere und grössere Gaben von Alkohol auf die Oxydationsvorgänge einen verschiedenen Einfluss haben.

Dem verminderten Sauerstoffverbrauch etwa entsprechend verhält sich in unseren Versuchen auch die Kohlensäureproduktion. Aber ihre Werthe zeigen bei der Alkoholnarkose eine Höhe im Verhältniss zum Sauerstoff, wie sie keiner der früheren Narkose-Versuche aufweist. Während bei diesem der respiratorische Quotient 0,90 nicht übersteigt, weist derselbe bei einer Temperatur von 17° in der Alkoholnarkose einen Werth von mehr als 1 und bei einer Temperatur von 8° einen solchen von 0,99 auf.

Worin diese Differenzen begründet sind, wage ich nicht zu entscheiden. Einmal ist es ja möglich, dass bei einer so geringen Anzahl von Versuchen der Zufall eine Rolle spielt, zumal wir nicht vergessen dürfen, worauf Pflüger zuerst aufmerksam gemacht hat, dass die Ausscheidung der Kohlensäure und die Bildung derselben nicht parallel gehen. Besonders bei Veränderung der Athemmechanik können durch lockere Bindung der Kohlensäure und Absorption oder andererseits durch Lösung dieser beträchtliche Differenzen entstehen. Andererseits ist vielleicht daran zu denken, dass bei niedrigerer Temperatur der Gewebe grössere Kohlensäuremengen in dem Körper zurückbleiben können, als bei etwas höherer.

Und die sämmtlichen vorhergehenden Versuche unter der Einführung narkotischer Präparate sind ja bei niedrigerer Temperatur angestellt, um den Ausfall der Oxydationsprocesse besonders deutlich in Erscheinung treten zu lassen.

Wolfers, dessen Untersuchungen nur in warmer Umgebungstemperatur angestellt sind, findet in einzelnen Fällen einen respiratorischen Quotienten von 1,03—1,08. Er erklärt denselben durch stärkere Aufnahme von Kohlenhydraten aus dem Magen in das Blut, welche neben dem Alkohol verbrennend, den Quotienten in die Höhe treiben sollen. Ich begnüge mich, diesen gleichen Befund zu registriren und möchte davon abstehen, eine andere Erklärung zu geben, als sie Pflüger für die geringere Beständigkeit der Kohlensäurewerthe gegeben hat. Ausserdem liegt noch die Möglichkeit nahe, dass es sich bei diesem Ergebniss auch um das Freiwerden grösserer Kohlensäuremengen durch chemische Vorgänge ev. unter dem Einfluss der Zersetzungsprodukte des Alkohols handelt.

Versuch 10.

Aethernarkose.

Meerschweinchen. Gewicht 459 gr.

Injection von 2,0 gr Aether sulf.

Dauer des Versuchs 1 Stunde 32 Minuten.

Temperatur des Thieres vor dem Versuch	39,5°
„ „ „ nach dem Versuch	29,2°
Temperatur des Laboratoriums	19,0°
„ in der Glocke	17,0°.

Analyse der am Ende des Versuchs aus dem Respirationsapparat entnommenen Luftprobe:

Kohlensäure	0,28
Methan	1,85
Wasserstoff	0,45
O	18,39
N	79,03.

Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon	426,0
Deficit des Respirationsapparates:	
durch CO_2	13,08
durch Methan und Wasserstoff	107,46 [1])
	546,54.

Sauerstoffverbrauch pro 1 Stunde	356,4
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	**776,4**
Kohlensäureabgabe	465,23
„ pro 1 Stunde	303,4
„ pro 1 Kilo Thier und 1 Stunde	**661,0.**

Respiratorischer Quotient 0,85.

Versuch 10 zeigt uns die Wirkung einer intensiven Aetherdosis auf die Oxydationsprocesse. Dabei ist der Sauerstoffverbrauch auf 73,2 % [2]) der Norm reducirt und ebenso ist die Kohlensäureabgabe herabgesetzt, wie das der respiratorische Quotient von 0,85 lehrt. Auf das Verhalten des respiratorischen Quotienten zu der Umgebungstemperatur einzugehen, dürfte nach den oben citirten Bemerkungen Pflüger's überflüssig sein. Jedenfalls ist aber trotz dieser warmen Umgebungstemperatur die Eigenwärme des

---

1) Vergl. Seite 568, Anm. 1.

2) Rechnen wir mit den Mittelwerthen Colasanti's, so würde die Herabsetzung in diesem Falle 65,4 % per Norm betragen.

Meerschweinchens innerhalb 1 Stunde 32 Minuten um 10° gefallen, eine Erscheinung, die sich mit der Herabsetzung der Verbrennungsvorgänge um nahezu ein Drittel der Norm in genügender Uebereinstimmung befindet. Brennbares Gas wurde als Resultat der Aetherinjection in nicht unbeträchtlicher Menge gefunden, ein Befund, auf welchen ich schon oben hingewiesen habe und der wohl mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auf die im Körper entstehenden und ausgeschiedenen Zersetzungsprodukte des Aethers zurückgeführt werden darf.

Beschäftigen wir uns nunmehr eingehender mit dem Sauerstoffverbrauch des Thieres.

Unsere seitherige Berechnung hat uns gezeigt, dass bei intensiver Narkose der Sauerstoffverbrauch pro 1 Kilo und 1 Stunde auf weniger als 40 % der Norm sinken kann. Aber dieser Werth bezeichnet, wie ich schon oben erwähnt habe, in keiner Weise die tiefste Zahl des Sauerstoffverbrauchs, welche möglich und mit der Fortexistenz des Thieres vereinbar ist, sie bezeichnet in keiner Weise die kleinste Zahl des Verbrauchs, welche für einen bestimmten Zeitraum erreicht war. Die Berechnung, wie wir dieselbe seither machen mussten, umfasst ja die verschiedensten Zeiten der Narkose und umfasst ausserdem die Werthe für den Sauerstoffverbrauch bei der verschiedensten Eigentemperatur der Thiere. Und dass diese Verschiedenheiten nicht ohne Bedeutung sein würden, war mit Sicherheit zu erwarten, nachdem Velten[1]) in Pflüger's Institut nachgewiesen hatte, dass bei curarisirten Thieren mit der Abnahme der Körpertemperatur unter die Norm die Werthe für den Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäureabgabe der Körperwärme entsprechend fallen und ansteigen, dass also hier jenes Gesetz in Betracht kommt, welches Pflüger als das Dissociationsgesetz in der organischen Natur bezeichnet hat.

Es musste also im Anschluss an die obigen Ergebnisse die Frage aufgeworfen werden, wie sich die Verbrennungsprocesse bei der verschiedensten Eigentemperatur des Thieres verhalten, vor allem wie der Verbrauch von Sauerstoff sich diesem Wechsel anpasst.

---

1) Dies Archiv Bd. XXI, S. 361.

Wir verzichteten von Anfang an darauf, die Kohlensäureausscheidungen für diese beiden Fragen zu verwenden. Einmal ist dieselbe ja nicht ohne besondere Schwierigkeiten und grössere Versuchsfehler mit der gleichen Sicherheit zu eruiren und dann hat, wie das schon vielfach im Anschluss an Pflüger und an unsere eigene Befunde ausgeführt werden musste, die Bestimmung der Kohlensäureausscheidung keineswegs den gleichen Werth wie die des Sauerstoffverbrauchs.

Um nur den letzteren zu bestimmen, war der Ballon, welcher den Sauerstoff lieferte, mit Marken versehen, die den Gehalt desselben an Sauerstoff von 100 zu 100 Cubiccentimetern markirten. Durch Gleichstellung unter Athmosphärendruck am Anfang des Versuchs und bei jeder Ablesung wurden etwaige Fehler möglichst vermieden. Und nun wurde in allen Versuchen die Zeit abgelesen, welche jedes 100 ccm Sauerstoff von Beginn des Versuchs bis zum Beschluss zum Verbrauch bedurfte. Diese Ablesungen geringeren Verbrauches schliessen allerdings schon Fehlerquellen ein, wenn es sich nur um den Vergleich der Werthe bei dem einzelnen Versuche handelt. Zunächst wird dabei das Sauerstoffdeficit ausser Acht gelassen, welches durch den Mehrgehalt des Respirationsapparates an Kohlensäure und brennbaren Gasen entsteht. Aber dieser Zuwachs beträgt für das Ende des Versuches 3 nur $\frac{60}{1334}$ $= 0{,}045\,\%_0$, kann also bei einer beträchtlichen Differenz der Werthe das Resultat nicht in bemerkenswerther Weise beeinflussen. Da es sich für diese Zusammenstellung auch nur um einen Vergleich des Sauerstoffverbrauchs in dem einzelnen Versuche handelt, so konnten wir davon abstehen, die einzelnen Gaswerthe für diese Tabelle auf 0° und m 760 Druck zu reduciren. Die Versuche sind im übrigen unter gleichen Verhältnissen im Sommer angestellt und so dürften wir selbst nicht einmal besonderen Einwänden begegnen, falls wir die Werthe der einzelnen Versuche vergleichen wollten.

Aber für uns genügt ja ein Vergleich der Sauerstoffaufnahme aus dem Ballon während der verschiedenen Zeiten eines Versuches, insbesondere zur Zeit der noch normalen Temperatur und bei tiefer Herabsetzung der Eigenwärme.

Eine vergleichende Tabelle wird uns hierüber am raschesten belehren.

Temperatur d. umgebenden Luft	19°	4°	6°	8°	8°	7°	8°	17°	8°	17°
Anwendung von	0	0	Chloral	Chloral	Morphium und Chloral	Morphium	Chloroform[1])	Alkohol	Alkohol	Aether[1])
Temperatur des Thieres	39,5	39,5	39,5	39,4	39,5	39,5	39,4	39,5	39,2	39,5
1tes 100 O	10	7	10	—	10	10	12	19	12	19
2 „ „ „	11	6	7	—	9	7	13	25	11	24
3 „ „ „	10,5	7	7	(18)*	9	7	13	25	8	19
4 „ „ „	10	7	7	11	12	7	13	18	9	21
5 „ „ „	11	6	14	10,5	15	7	12	13	9	19
6 „ „ „	11,5	6,5	10	12,5	20	9,5	15	12	8	—
7 „ „ „	12	6	10	11	21	15	13	9	10	—
8 „ „ „	12	6,5	10	8	23	22	14	9	10	—
9 „ „ „	11	6,5	19	9	24	17,5	12	—	—	—
10 „ „ „	11	6,5	21	15	—	9	9	—	—	—
11 „ „ „	10,5	6,5	22	20	—	—	—	—	—	—
12 „ „ „	11	6,3	22	22	—	—	—	—	—	—
13 „ „ „	11,5	6	22	23	—	—	—	—	—	—
14 „ „ „	11	6,2	38	30	—	—	—	—	—	—
15 „ „ „	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temp. des Thieres am Ende d. Vers.	39,3	39,4	21,3	23,6	30,3	33,2	31,8	31,8	30,8	29,2

*) Die Zahl wurde eingeklammert, weil sie aus der Verbrauchszeit von 50 ccm (9 Minuten) durch Verdoppelung bestimmt wurde.

1) Bei Chloroform sowie bei Aether ist ausserdem in Rechnung zu ziehen, dass verhältnissmässig nicht unbeträchtliche Mengen von Kohlenwasser-

Vergleichen wir aus dieser Tabelle die beiden Versuche am Normalthier, so zeigen sie uns mit einer Regelmässigkeit sonder Gleichen, dass für warme Umgebungstemperatur (19°) 10—12 Minuten nothwendig sind, um 100 ccm Sauerstoff aus dem Ballon aufzunehmen, während für eine Temperatur von 4° die nothwendige Zeit zwischen 6—7 Minuten schwankt. Und zwar zeigte sich die nothwendige Zeit bei beiden Versuchen am Anfang und am Ende fast absolut gleich.

Werfen wir nunmehr einen Blick auf Versuch 3. Das Thier ist bei beginnender Narkose in den Respirationsapparat eingesetzt. Unter ihrem Einfluss sehen wir, dass erst 100 ccm Sauerstoff in einer Zeit von 10 Minuten verbraucht wird. Aber die kühle Umgebungstemperatur übt einen intensiven Reiz aus, welcher die Herabsetzung der Oxydationsvorgänge zunächst verdeckt. Der Sauerstoffverbrauch steigt für die nächsten 20 Minuten an und erreicht eine Höhe, die etwa der Umgebungstemperatur von 6° entspricht. Die nächsten 300 ccm werden in einer Zeit von je 7 Minuten verbraucht. Aber dann folgt eine Periode, in welcher die Einwirkung der Narkose in intensivster Weise in Erscheinung tritt. Das Thier vermag in ihr auf die Dauer seine Oxydationsgrösse nicht auf normaler Höhe zu erhalten, dieselbe sinkt und nunmehr folgen für die gebrauchte Zeit Werthe, welche, von einer ganz geringen Schwankung abgesehen, mit der Dauer der Narkose immer grösser werden. Dabei fällt die Temperatur des Thieres bis zur Sistirung des Versuchs auf 21,3 und bei dieser Temperatur waren zum Gebrauch von 100 ccm Sauerstoff 38 Minuten nothwendig. Vergleichen wir diesen in intensivster Narkose gefundenen Werth mit dem Verbrauch im Beginn des Versuchs, so haben wir 38 Minuten zu 7 Minuten, d. h. dass die Verbrauchszeit von 100 ccm Sauerstoff auf mehr als das fünffache gestiegen ist.

Da nun die Zeit, in welcher 100 ccm verbraucht werden, der Oxydationsgrösse umgekehrt proportional ist, so zeigt der Versuch 3, dass in intensivster Narkose und bei einer Temperatur von 22° der Sauerstoffverbrauch auf weniger als den fünften Theil des normalen herabgesetzt wird.

Betrachten wir nunmehr Versuch 4. Auch hier zeigt sich

---

stoff und Wasserstoff im Respirationsapparat gegenüber der Aufnahme von Sauerstoff aus dem Ballon in Rechnung gezogen werden müssen.

ganz das gleiche Verhalten wie im Beginn des Versuchs 3. Die Oxydationsgrösse ist durch die Narkose schon im Beginn des Versuchs herabgesetzt, aber in der kalten Umgebungstemperatur beginnt dieselbe nach einiger Zeit zu steigen und beträgt für das achte und neunte 100 je 8 Minuten Verbrennungszeit, um von da ab kontinuirlich zu fallen. Nun liesse sich allerdings denken, dass diese Differenzen im Beginn des Versuchs mehr durch Ungleichmässigkeiten im Gebrauch des Apparates, mehr durch Differenzen bei der Einführung bedingt sind, als durch Reaction des Thieres. Aber dagegen spricht, dass dieses Verhalten sich überall wiederholt, wo das mehr oder weniger schon narkotische Thier in die kalte Umgebungsluft gebracht wird, so vor allem noch in Versuch 5, 6, 10. Es fehlt dieses Verhalten nur in Versuch 7 bei der Anwendung von Chloroform. Und hier war die Narkose so stark, dass das in kalte Umgebungstemperatur gebrachte Thier in keiner Weise aus derselben aufwachte, in keiner Weise wie die übrigen Versuchsthiere den Kopf zu heben und sich zu bewegen begann. Nur leichte klonische Zuckungen, an Schüttelfrost erinnernd, waren das Resultat der Einführung. Es würde also dieser Versuch in keiner Weise mit den übrigen kontrastiren, aus denen hervorgeht, dass der Uebergang des Organismus in kalte Umgebungstemperatur der Einwirkung der Narkose ein gewisses Hinderniss entgegensetzt, dass die Einwirkung der Kälte auf die äussere Haut Erregungen setzt, welche die Herabsetzung in der Narkose wenigstens partiell zu kompensiren im Stande sind, so lange eben die Narkose nicht ganz ausserordentlich intensiv ist. Es stimmt diese Erscheinung völlig mit der Beobachtung aus der ersten Abtheilung dieser Arbeit, dass Thiere in kalter Umgebungstemperatur so verhältnissmässig viel schwerer zu narkotisiren sind, als in warmer, dass indessen bei intensiver Narkose in warmer Umgebung hervorgerufen, der Uebergang in kalte Umgebungsluft rasch den Temperaturabfall in Erscheinung treten lässt.

Ist aber die oben gegebene Erklärung für die Schwankungen der Oxydationsgrösse in kaltem Raum gültig, so müssen bei warmer Umgebungstemperatur des Thieres ähnliche Schwankungen fehlen. Und das ist allerdings, wie Versuch 8 und 10 lehren, der Fall.

Hier sehen wir keineswegs nach anfänglicher Herabsetzung eine Steigerung der Oxydationsgrösse eintreten, hier sehen wir

ein einfaches Abfallen und Wiederansteigen, auf das wir weiterhin noch näher einzugehen haben.

Wir haben uns nun zunächst noch mit dem Verhalten der Temperatur des Thieres zu der Herabsetzung der Oxydation zu beschäftigen.

Den beträchtlichsten Temperaturabfall der Thiere haben wir in Versuch 3 und 4 erzielt, auf 21,3° und 23,6°. Und diesem Abfall entsprechend ist auch für diese Versuche der Sauerstoffverbrauch pro 1 Kilo und 1 Stunde am niedrigsten. Wir haben schon oben im Anschluss an Versuch 3 erwähnt, dass bei einer Temperatur von 22° der Sauerstoffverbrauch auf weniger als den fünften Theil des normalen herabgesetzt war und wir sehen aus Versuch 4 für eine Temperatur von 24° die Verminderung bis auf etwa den vierten Theil des normalen gesunken.

In beiden Versuchen sehen wir aber die Oxydationswerthe vom Schluss des Versuchs zum Beginn rechnend, mit der Abnahme der Zeit langsam zunehmen. Da nun unsere frühern Versuche ergeben haben, dass die Temperatur gleichmässig fällt, so zeigen uns beide Versuche, dass mit der Zunahme der Körpertemperatur die Oxydationsprocesse stetig und gleichmässig wachsen, mit der Abnahme der Körpertemperatur stetig und gleichmässig fallen.

Auch diese Schlussfolgerung aus den Versuchen 3 und 4 steht in Einklang mit den weiteren Versuchen, insbesondere in vollständigstem mit Versuch 5. Für die anderen Versuche, die so tiefe Herabsetzung der Temperatur nicht aufweisen, ist eine geringere, langsam zunehmende Herabsetzung der Oxydationsvorgänge für Versuch 6, 7 und 8 ebenfalls vollständig deutlich. Aber auf diesen progressiven Abfall ist schon wieder eine Steigerung erfolgt. Die Grösse der Oxydationsvorgänge ist schon wieder gestiegen, ein Verhalten, das sich unschwer daraus erklären lässt, dass in diesen Versuchen theils geringe Dosen der Narkotika gegeben wurden, theils solche narkotische Präparate, deren Wirkung weniger intensiv oder ausserdem von geringerer Dauer ist, wie das die Versuche in dem ersten Theil der Arbeit ergeben haben.

Für den Aetherversuch, der sich etwas anders verhält, müssen wir ausserdem daran erinnern, dass schon der erste Theil der Arbeit zeigt, wie nach der Injection von Aether momentan Narkose eintritt und ebenso rasch wieder durch Erwachen des Thieres

unterbrochen wird, um nach einigen Sekunden denselben Wechsel zu zeigen. Da nun mit jedem Erwachen und mit der willkürlichen Bewegung des Versuchsthieres alsbald ein Ansteigen der Temperatur vorhanden ist, so haben wir in der Aethernarkose einen ständigen Wechsel in der Oxydationsgrösse. Und dieser macht sich auch bei unserm Respirationsversuch 10 deutlich bemerkbar. Dem Aether am nächsten steht in der Wirkung, wie früher erwähnt, Alkohol. Und dieses Verhalten sehen wir auch in Versuch 9 ausgeprägt, während Versuch 8, bei welchem das intensiv narkotisirte Thier in den Respirationsapparat gebracht wurde, den progressiven Abfall der Oxydationsgrösse von Beginn an zeigt, um dann in ein ebenso stetiges Ansteigen überzugehen.

Jedenfalls zeigen uns aber die Versuche, und vor allem die mit beträchtlichem Temperaturabfall, dass mit Zunahme der Herabsetzung der Eigenwärme des Thieres die Oxydationsprocesse proportional abnehmen und umgekehrt, ein Resultat, welches mit dem von Pflüger in seiner Arbeit über Wärme und Oxydation der lebendigen Materie enthaltenen, vollständig übereinstimmt, welches uns zeigt, dass nach Ausschaltung der Reactionsfähigkeit des Organismus auf den Kältereiz, die Oxydationsvorgänge mit der Höhe der Temperatur der Gewebe steigen und fallen.

Jedenfalls ist aber der Einfluss, den die Narkotika auf die Eigenwärme des Thieres ausüben, durch eine Beeinflussung der Wärmeproduktion und nicht durch eine solche der Wärmeabgabe bedingt.

Die Verbrennungsprocesse selbst sind es, welche je nach der Wirkung und der Grösse des Mittels eine Einbusse erfahren. Es reihen sich somit die narkotischen Präparate dem Curare in ihrer Wirkung an.

Ueber die Narkotika sind ähnliche Untersuchungen bis jetzt mit Ausnahme der Mittheilung von Scheinesson nicht bekannt. Allerdings hat A. Ewald (Berlin) auf der letzten Naturforscherversammlung in Freiburg, als ich kurz über diese Wirkung der Narkotika auf die Verbrennungsvorgänge im thierischen Organismus berichtete, bemerkt, dass ähnliche Versuche über die Herabsetzung der Sauerstoffaufnahme in der Narkose bereits von Filehne (Erlangen) und ihm selbst angestellt sind. „Filehne stellte dieselben“ fährt Ewald fort, „gelegentlich einer Versuchsreihe über das Cheyne-Stokes'sche Phänomen an und benutzte dieselben zur Bekämpfung der Traube'schen Theorie desselben. Redner wurde zuerst auf die Thatsache bei Untersuchung über die Verbrennung

des Zuckers im Blute aufmerksam. Ob die verminderte Sauerstoffaufnahme eine gleichzeitige Herabsetzung der Oxydation bedingt, bleibt zweifelhaft."

Abgesehen von einem entschiedenen Protest gegen die letzte Schlussbemerkung, musste ich damals konstatiren, dass die Untersuchungen Filehne's über Sauerstoffaufnahme in der Narkose mir entgangen waren. Ich konnte dieselben aber auch später nicht finden und wandte mich deshalb an Herrn Prof. Filehne, der mir in liebenswürdigster Weise antwortete, dass er Untersuchungen über Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe in der Narkose und speciell bei Morphiumeinführung nie angestellt hat. Soweit wäre also Herr Ewald zunächst zu rectificiren. Aber auch die eigenen Untersuchungen Ewald's sind für die Frage des Sauerstoffverbrauches in der Narkose vollständig irrelevant. Herr Ewald[1]) hat an eine Arbeit, die er mir auf mein Ersuchen freundlichst übersandt hat, über die Gasometrie der Transsudate des Menschen, eine Art vorläufige Mittheilung angeschlossen, in welcher er über den Gasgehalt des Blutes nach Einverleibung gewisser Stoffe folgende Mittheilung macht.

1) Hunde, welche in starker Morphiumnarkose sich befinden, haben einen bis auf die Hälfte und etwas mehr verringerten Sauerstoffgehalt des Blutes. Der Kohlensäuregehalt ist unverändert oder sogar etwas gesteigert.

2) Hunde, welchen man grössere Quantitäten — bis 10 gr — Traubenzucker in die Venen injicirt, zeigen unmittelbar nach der Injection eine Verminderung des Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes um 2—4 %.

Diese kurze Mittheilung bedarf, um wissenschaftlichen Werth zu erhalten, entschieden einer genaueren Ausführung der Versuche. Wissen wir doch aus Versuchen über den Gasgehalt des Blutes, die zum Theil von Pflüger angestellt sind, dass der Sauerstoffgehalt des aus der Carotis oder Cruralis entnommenen und sorgfältig entgasten Blutes zwischen 11,4 und 24,7 und andererseits zwischen 13,6 und 24,6 % des Blutvolumens schwanken kann. Und unter solchen Verhältnissen bedarf schon der Nachweis einer Herabsetzung um 50 % (die also innerhalb der normalen Schwankungen liegen) eine ganz besondere Aufmerksamkeit und vor

1) Reichert's und Bois-Reymond's Archiv f. Anat. 1876. Heft 3.

allem grosser Zahlenreihen, um den ersten Satz der Ewald'schen Mittheilung als berechtigt erscheinen zu lassen.

Unsere eigenen Untersuchungen am tiefnarkotisirten Thiere, das normal erscheinende arterielle Blut und das so wenig reducirte venöse Blut sprechen jedenfalls eher dafür, dass es sich bei den angeblich pathologischen Befunden von Ewald um Differenzen innerhalb des normalen Sauerstoffgehaltes des Blutes handelt.

Was aber die Herabsetzung des Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes des Blutes um 2—4 % bei Injection von Traubenzucker in die Venen betrifft, so wird nach den oben angegebenen Schwankungen im Normalgehalt von Sauerstoff um 53 % Niemand einer Differenz von 2—4 % eine Bedeutung beilegen, zumal diese noch den Fehlerquellen der Gasbestimmung so nahe liegt.

Wenn wir aber auch voraussetzen, dass ausführliche Experimente für die Behauptungen von Ewald[1]) beweisendes Material beibringen, so können diese Untersuchungen der Blutgase niemals zu Schlüssen betreffend den Sauerstoffverbrauch längerer Zeiträume verwerthet werden. Für den momentanen Gehalt des Blutes an Gasen kommen so viel verschiedene Momente in Betracht, dass nicht einmal die Schlussfolgerung einer momentan verminderten Sauerstoffaufnahme in die Lungen daraus ohne weiteres gefolgert werden kann.

3. Ueber die Ursache der Oxydationsherabsetzung in der Narkose.

Wir haben in den beiden ersten Abtheilungen dieser Arbeit gesehen, dass unter der Einwirkung der Narkotika die Wärmeregulation der Thiere mehr oder weniger aufgehoben ist und diese Aufhebung erwies sich nach Versuchen an dem Pflüger'schen Respirationsapparat als wesentlich bedingt durch eine Aufhebung der Oxydationsprocesse.

Im Anschlusse an diese Ergebnisse musste nunmehr die Frage

1) Unterdessen hat Herr Ewald diesen wesentlichen Unterschied auch in einem Briefe an mich anerkannt und bedauert, dass die Methode der Bestimmung der Oxydationsprocesse aus meinem Vortrag nicht genügend hervorgegangen sei. Ich begreife das nicht, da ich die beiden Methoden einmal der Messung der Wärmeabgabe und sodann der Verbrennungsvorgänge einander gegenüber gestellt habe und selbst in den kurzen Berichten von der Messung des Sauerstoffverbrauchs die Rede ist.

auftauchen, ob dieser Einfluss der Narkotika seine Entstehung einer die Oxydationsprocesse unmittelbar hemmenden Wirkung verdankt, oder ob er bedingt ist durch jene Einwirkung der Narkotika auf das Centralnervensystem, der sie ihren Namen und ihre wesentlichste Anwendung verdanken.

Colasanti[1]), der vor längerer Zeit sich eine gleiche Frage für die Wirkungen des Curare gestellt hat, suchte dieselbe dadurch zu lösen, dass er durch beide Hinterschenkel eines eben getödteten und verbluteten Hundes künstliches Blut in der Art hindurchleitete, dass der eine Schenkel von Blut durchströmt wurde, welches mit Curare versetzt war, während durch den anderen nicht vergiftetes Blut mit der gleichen Geschwindigkeit hindurchfloss. Das aus jedem Schenkel einzeln aufgefangene Blut wurde sodann in der Pflüger'schen Pumpe ausgepumpt und die Analyse des erhaltenen Gases nach der Bunsen'schen Methode vorgenommen.

Die Energie der Oxydation in den Geweben erwies sich bei dem Versuch so gross, dass das künstlich durchgeleitete Blut dieselben in sehr reducirtem Zustand verliess. Dabei ergab sich weder in dem Aussehen des Blutes zwischen beiden Schenkeln eine Differenz, noch wich der Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt der beiden Blutarten in verwerthbarer Weise von einander ab. Und dieser Versuch liess sich mit dem gleichen Resultate noch innerhalb 10—11 Stunden nach dem Tode des Thieres wiederholen. Nur wurde mit der Zunahme der Zeit nach dem Tode des Thieres die Oxydation immer geringer.

Auf die gleiche Weise wie bei diesen Versuchen mit Curare musste sich nun die Frage nach der Angriffsstätte der Narkotika beantworten lassen. Aber eine der Colasanti'schen ähnliche, jedoch einfachere Methode bot sich noch zur Entscheidung dieser Frage. Herr Geh. Rath Pflüger hatte die Freundlichkeit, mich auf diese aufmerksam zu machen und mich bei ihrer Benutzung zu unterstützen. Ich sage ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank für diese Liebenswürdigkeit.

Bekanntlich hat Kochs[2]) unter Pflüger's Leitung nach dem Vorgang von Ludwig, Runge und Schmiedeberg eine Reihe von Versuchen zur Bestimmung der Topographie des Che-

1) Dies Archiv Bd. XVI, p. 157.
2) Dies Archiv Bd. XX, p. 64.

mismus im thierischen Körper angestellt und sich dabei zunächst der Colasanti'schen Methode mit Durchströmung der zu untersuchenden Organe mit Blut unter Zusatz der zu prüfenden Substanzen bedient. Da nun Hunde zu den Durchströmungsversuchen nicht in hinreichender Menge beschafft werden konnten, so wurden die Versuche so modificirt, dass die zu untersuchenden Organe in grösserer Menge und möglichst frisch aus dem Schlachthaus bezogen und zerkleinert wurden. Und mit diesen zerkleinerten Organen, in welchen jedenfalls überlebende chemisch wirksame Zellen in grosser Zahl vorhanden waren, wurden nun die betreffenden Prüfungen durch Digeriren während längerer Zeit ausgeführt. Die erhaltenen Resultate bestätigten die Erwartungen in vollem Maasse.

Wir zogen es desshalb vor unter Berücksichtigung unserer Fragen die gleiche Methode auf die Prüfung der Reductionsfähigkeit der Muskeln zu übertragen. Und sie erwies sich schon bei einem Vorversuch als entschieden empfehlenswerth, indem arterielles Blut in Berührung mit zerkleinertem frischen Muskel ausserordentlich rasch die Farbe eines tief venösen Blutes annahm.

Die Art und Weise der Untersuchung gestaltete sich in folgender Weise. Zunächst wurde für Blut von frisch geschlachteten Thieren gesorgt (Kälbern). Dieses Blut wurde durch Schlagen mit einer Bürste während einer halben Stunde defibrinirt. Es wurde dann entweder sofort zum Versuch verwendet und durch längeres Schütteln mit Luft vollständig mit Sauerstoff gesättigt oder es wurde, wie es bei einzelnen Versuchen des Tageslichtes halber nicht zu umgehen war, während der Nacht in der Kälte aufbewahrt. Da zur Zeit der betreffenden Versuche die Temperatur nur +2 bis −3° während der Nacht betrug, so genügte der Aufenthalt in freier Luft, wobei selbstverständlich das Gefäss verschlossen gehalten wurde. Vor der Verwendung wurde dasselbe selbstverständlich wieder mit Luft geschüttelt.

Zu dem Versuch selbst wurde ein gesundes Meerschweinchen oder Kaninchen durch Verblutung getödtet, rasch enthäutet und des grössten Theiles seiner Körpermuskeln in möglichst kurzer Zeit beraubt. Die gewonnene Muskelmasse wurde so rasch als möglich in einer Fleischhackmaschine verkleinert und dann in zwei gleiche Theile getheilt.

In dem ersten Versuch wurden je 55 gr in gleich grosse Spitz-

gläser vertheilt. Unterdessen waren von dem arteriell gemachten Blute in besonderen Gläsern je 50 gr entnommen worden. Beide Gläser mit Blut erhielten nunmehr einen Zusatz von 10 gr einer 0,75 % NaCl-Lösung, aber von diesen Lösungen enthielt die eine gleichzeitig 0,1 Morphium hydrochloricum. Eine besondere Aufschrift machte natürlich das Blut mit dem Narcoticum kenntlich. Beide wieder gut geschüttelte Lösungen wurden nunmehr den Muskelproben in den Spitzgläsern völlig gleichzeitig zugesetzt. Die Temperatur betrug in beiden 24°.

Bei gut auffallendem Lichte wurden nun die in beiden Gläsern auftretenden Reductionsprocesse verglichen. Aber keine Differenz liess sich an der langsam eintretenden Dunkelung in beiden Gläsern nachweisen.

Nach Ablauf der Reduction wurde die Muskelsubstanz durch Auspressen in einem Tuche wieder von dem Blute befreit, auch an den Blutproben liess sich keine Farben-Differenz finden. Die ausgepressten Muskeln wurden zu einem weitern Versuche verwendet. Jedes der Spitzgläser erhielt nun mehr einen Zusatz von 10 gr NaCl-Lösung. Aber von diesen war die eine mit 0,2 Chloralhydrat versetzt. In beiden Gläsern wurde dann durch Umrühren ein möglichst inniger Contakt der Flüssigkeiten herbeizuführen gesucht. Jetzt wurden jedem der Spitzgläser 30 gr Blutes zugesetzt, das gleichmässig mit Luft geschüttelt war und eine vollständig arterielle Farbe hatte.

Die Eingiessung des Blutes erfolgte in die Gläser vollständig gleichmässig. Gleichmässig trat auch in diesem Fall in beiden Gläsern die Farbenveränderung des Blutes ein. Aber dieselbe erfolgte jetzt wesentlich langsamer als in dem ersten Versuch, ein Verhalten, das ohne Zweifel auf die unterdessen noch weiter vorangeschrittene Herabsetzung der Temperatur zurückgeführt werden muss, wie die Fortsetzung des Versuches bei erhöhter Temperatur ergab.

Auf den Rath von Herrn Geh. Rath Pflüger wurde die in der gleichen Weise wie oben von dem Blut befreite Muskelsubstanz auf Körpertemperatur erwärmt. Dann wurde dem erwärmten Muskel wiederum eine NaCl-Lösung von 0,75 % zugesetzt und zwar so, dass das eine Glas 10 gr einer reinen Lösung erhielt, das andere eine solche, die gleichzeitig 0,1 Morphium und 0,25 Chloralhydrat enthielt. Beide Mischungen wurden wieder in mög-

lichst innige Berührung gebracht. Dann blieben sie bei 37,0° eine Zeit lang stehen, bis auch das arterielle Blut die entsprechende Wärme erreicht hatte. Wieder wurden nun je 30 gr Blut, dieses Mal von 39,0° Temperatur den beiden Spitzgläsern zugesetzt. Der einzige Unterschied der gegen früher auftrat, bestand in einem verhältnissmässig raschen Ablauf der Farbenveränderung. Waren zuvor eine Reihe von Minuten nothwendig gewesen, bis das Blut in beiden Gläsern eine tiefdunkle Farbe angenommen hatte, so genügte jetzt schon eine Reihe von Sekunden, eine deutliche Reduction zu zeigen und wenige Minuten, um die Erscheinung vollständigster Desoxydation hervorzurufen.

Auch hier zeigte sich keine Differenz in beiden Gefässen; völlig gleichmässig ging die Entfärbung in beiden vor sich.

Bei einer weiteren Reihe von Versuchen wurde dann insofern eine Aenderung herbeigeführt, als von Beginn des ersten Versuchs an das Blut sowohl als die Muskeln in Körpertemperatur erhalten wurden. Der erste Versuch wurde bei 39,0° gemacht. Die benutzte Muskelsubstanz in der gleichen Weise verkleinert, stammte von einem frisch geschlachteten Kaninchen und betrug in jedem Glase 103 gr. Dazu kamen 10 gr Kochsalzlösung von 0,75 %, die in dem einen Falle ohne Zusatz war, in dem andern Glas den zu prüfenden Zusatz erhielt. Die Menge des zugesetzten arteriellen Blutes betrug in jedem Fall 50 gr.

Bei dem ersten Versuch wurden der Muskelsubstanz des einen Gefässes 0,2 gr Chloralhydrat in 1 gr H_2O zugesetzt und in innigen Contakt gebracht. Die Temperatur der Muskeln betrug 39°, ebenso die des zugesetzten Blutes. In beiden Gläsern erfolgte vom Moment des Zusatzes an eine starke Reduction, die in beiden gleichmässig verlief, in beiden war nach 2 Minuten eine vollständige und nicht mehr weiterschreitende venöse Farbe eingetreten. Der zweite Versuch wurde bei 34° gemacht. Das eine der beiden Muskelpräparate und zwar dasselbe was zuvor mit Chloralhydrat behandelt war, erhielt jetzt 0,2 Morphium hydrochloricum. Nach Zusatz des arteriellen Blutes trat in gleicher Weise die Reduction ein; doch war dieselbe jetzt erst nach 3 Minuten vollständig beendet.

Der dritte Versuch wurde bei 28° gemacht. Die ausgepresste Muskelsubstanz erhielt jetzt 0,25 Morphium hydrochloricum und 0,2 Chloralhydrat gleichzeitig. Nach dem Zusatz von je 50 gr

Blut trat auch jetzt gleichzeitig die Reduction ein, ohne Differenz auf beiden Seiten verlaufend.

Aber jetzt dauerte es wesentlich länger bis die tief dunkle Farbe eingetreten war. Erst in der siebenten Minute erschien die Reduction vollständig abgelaufen.

Die seitherigen Versuche haben uns also gezeigt, dass Morphium und Chloralhydrat die Oxydationsprocesse des Muskels in keiner Weise beeinflussen. Sind sie auch die Hauptrepräsentanten der narkotischen Gruppe und kann man auch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gleiche Wirkungen auf gleiche Ursachen übertragen, so zog ich es doch vor, auch Alkohol, Aether und Chloroform in ihrem Verhalten unter den gleichen Bedingungen zu untersuchen. Und diese Versuche ergaben für Aether und Chloroform entschiedene Abweichungen von den obigen Befunden, während der Alkohol dem Morphium und Chloralhydrat vollständig angeschlossen werden kann.

Zu diesem Versuch wurden zwei Gläsern von je 100 ccm arteriellen Blutes je 10 ccm NaCl-Lösung von 0,75 $^0/_0$ zugefügt, von welchen die eine gleichzeitig 5 gr Cognac enthielt. Eine Aenderung trat in den beiden Blutquanten von nunmehr 38^0 C. nicht ein.

Der Zusatz beider Blutflüssigkeiten zu den getrennten Muskelmassen liess weder im Beginn noch im Verlauf der Reduction die mindeste Aenderung erkennen. Dagegen boten Aether und Chloroform ein völlig anderes Bild. Ich gehe auf diese Versuche am besten ausführlicher ein.

Von einem gesunden eben getödteten Kaninchen wurden die Muskeln fein zerkleinert in zwei gleiche Theile von je 38 gr in Spitzgläser gefüllt und möglichst warm erhalten. Das Thermometer zeigte direkt vor dem Versuch 37^0 C. Zum Versuche bereit befanden sich ausserdem schon zwei Proben arteriellen Blutes von je 60 ccm und 38^0 C. Da sich der Aether mit dem Blute nicht mischen lässt, so wurden einer der beiden zu prüfenden Muskelmassen 2 gr Aether sulf. zugesetzt und durch Umrühren der Masse in innigen Contakt mit den protoplasmatischen Substanzen gebracht. In gleicher Weise wurden die zerkleinerten Muskeln des zweiten Glases umgerieben.

Nachdem dieses rasch beendet, wurde das betreffende Quantum arteriellen Blutes jedem der Gefässe zugeführt. Und hier zeigte

sich nun die überraschende Thatsache, dass die Reduction in dem mit Aether versehenen Präparat ausserordentlich viel rascher vor sich ging, als in dem andern. Zunächst stiegen in dem ersteren einige Blasen auf, die wohl auf partielles Sieden des Aethers zurückzuführen sind. Aber gleichzeitig damit trat eine rasche und intensive Reduction ein, die an Schnelligkeit des Eintretens und des Verlaufes diejenige im zweiten Präparat bei weitem übertraf. Diese intensivere Farbe war auch am folgenden Tage noch nachweisbar, nachdem die Reductionsprocesse in dem zweiten Präparat doch gleichfalls völlig abgelaufen waren und damit im Zusammenhang zeigte das die Oberfläche einnehmende Serum eine wesentlich dunklere Farbe in dem Aetherpräparat als in dem normalen.

Ganz dasselbe zeigte ein Versuch mit Chloroform. Auch unter dessen Einwirkung trat eine raschere Reduction ein und auch bei diesem Versuch zeigte der folgende Tag eine intensive dunkle Farbe des Chloroformpräparates, sowohl in den unteren Schichten als in dem oben befindlichen Serum.

Diese bei Aether und Chloroform auftretenden Erscheinungen sind zweifellos auf die Zerstörung von Blutkörperchen oder Muskelprotoplasma zurückzuführen, wie das ja auch seit lange bekannt ist. Derartige Wirkungen der beiden Präparate in Beziehung zu den Oxydationsprocessen zu bringen, liegt zunächst nahe. Aber dass die Ursache für die Herabsetzung dieser nicht in einer solchen zerstörenden Wirkung gesucht werden darf, ergibt die einfache Thatsache, dass nach intensiver Chloroformwirkung beim Menschen sowohl als beim Thiere meines Wissens das Auftreten von Blutfarbstoff im Urin niemals beobachtet ist. Ich selbst konnte diese Erscheinung ebensowenig konstatiren, wie frühere Beobachter. Und das Fehlen derselben lässt die Uebertragung unserer experimentellen Befunde auf den lebenden Menschen als nicht zutreffend erscheinen. Die Wirkung muss hier eine andere sein. Und da wir auch keine Reductionshemmung unter der Aether- und Chloroformwirkung konstatiren konnten, so spricht nichts dagegen, auch diese beiden Präparate in der oben ausgeführten Wirkung mit den übrigen Narkoticis, Chloralhydrat, Morphium, sowie mit Alkohol auf eine Stufe zu stellen.

In dem Resultate stimmen also diese Versuche vollständig mit den von Colasanti bei Curare gewonnenen überein, wenn auch die von uns angewandte Methode eine andere war.

Ich trage ebensowenig wie Colasanti für Curare ein Bedenken aus unseren Versuchen zu schliessen, dass die benutzten narkotischen Präparate einen hervorragenden Einfluss auf die Oxydationsvorgänge im Muskel selbst in keiner Weise haben, dass sie vielmehr indirekt durch Vermittlung des Nervensystems wirken. In der Zurückweisung etwaiger Einwendungen können wir uns dem von Colasanti schon Gesagten vollständig anschliessen.

Die Differenzen in der Zeitdauer der Reduction bei hoher und niederer Temperatur schliessen sich ausserdem dem Pflüger'schen Gesetz der Dissociationen so eng an, stimmen so mit allen übrigen Befunden überein, dass es schon einiger Erfindungsgabe bedarf, um gewichtige Einwendungen nach dieser Seite vorzubringen. Allerdings werden wir noch auf einige andere Einwendungen eingehen müssen.

Ohne Zweifel üben die Narkotika auf Herz und Athmung einen mächtigen Einfluss aus und dieser Einfluss kann bis zu einer vollständigen Lähmung beider führen. Vor allem ist es die Athmung, deren Störung uns insbesondere aus der Chloroformnarkose bekannt ist. Aber diese Störung ist bei geringerer Narkose doch so unbeträchtlich, dass von einer eigentlichen Parese nicht die Rede sein kann. Dazu haben Finkler und Oertmann[1]) im Anschluss an Pflüger gezeigt, wie wenig der Sauerstoffverbrauch von der Athmung abhängig ist, wie sehr umgekehrt Circulation und Athmung von dem Sauerstoffbedürfniss der Organe abhängen. Aber der mögliche Einwand, dass die Oxydationsprocesse nicht dadurch vermindert seien, dass von dem Centralorgan die Anregung fehlt, sondern durch einen Mangel des nothwendigen Sauerstoffs, dessen Zuführung in der Narkose mit der Beeinträchtigung der Respiration beträchtlich leide, bedarf doch der Erwägung.

Ist aber diese Annahme richtig, so müssen wir erwarten, dass die Muskeln den arteriell zugeführten Sauerstoff mit grosser Begierde an sich ziehen, dass das Blut in beträchtlich reducirtem Zustande die Muskeln verlässt.

Diese Frage ist aber jeder Versuch an dem blosgelegten Venensystem des Thieres, soweit dieses aus dem Muskel stammendes Blut führt, zu entscheiden im Stande. Legt man an einem

1) Dies Archiv Bd. XIV, Heft 1.

tief narkotisirten Thiere die Vena cruralis neben der Arterie blos, so fällt es aber im Gegensatz zu der obigen Annahme in hohem Maasse auf, wie verhältnissmässig hell das Venenblut gegenüber demselben am normalen Thier ist. Gegenüber dem tief dunklen reducirten Blut, wie es sich im Erstickungstode zeigt, gegenüber dem intensiv venösen Blut des Normalthieres zeigt die Vena hier eine Farbe, die sich von dem arteriellen durch einen leichten violetten Schatten unterscheidet. Und ganz dasselbe auffallende Bild zeigt sich auch beim Vergleich des rechten und linken Herzens.

Dass unter diesem Verhältniss von Sauerstoffarmuth des Organismus nicht die Rede sein kann, dass der Ausfall der Oxydationsprocesse im Muskel nicht auf Fehlen der Zufuhr gesetzt werden kann, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung.

Ich glaube also, dass es eines weiteren Eingehens auf den Schluss kaum bedarf, dass die Hemmung, welche die Oxydation in der Narkose erfährt, vom Centralnervensystem ausgeht, dass die von ihm ausgehende continuirliche Regulation der Verbrennung innerhalb der Muskeln in der Narkose so beträchtlich vermindert wird durch eine Herabsetzung der Funktion der wärmeregulirenden Centren.

Allerdings gilt dieses in vollem und zweifellosem Maasse nur für Morphium, Chloralhydrat und Alkohol. Aber auch bei Aether und Chloroform, für die wir vielleicht noch andere Momente mit berücksichtigen müssen, können wir den wesentlichsten Einfluss nur in den Centralorganen suchen.

4. Wärmeregulation und Schlaf.

Die vorhergehenden Untersuchungen haben uns gezeigt, dass unter dem Einfluss der verschiedensten Narkotika das Centralnervensystem seine normale Thätigkeit auch in Bezug auf die Wärmeregulation einstellt, dass unter ihrem Einfluss eine bedeutende Herabsetzung der Wärmeproduktion in den Muskeln sich mit einer Verminderung der Eigenwärme des gesammten Körpers verbindet.

Wir haben aber ferner gesehen, dass diese Erscheinungen in hervorragender Weise nur zur Geltung kommen, wenn die Narkose von Schlaf begleitet war.

Jedes Auffahren des Thieres, jede Bewegung und jedes Fortkriechen war mit einem Ansteigen des Thermometers verbunden und die Versuche am Respirationsapparat haben uns gelehrt, dass das Erwachen der Thiere unter der Kältewirkung von einer beträchtlichen Vermehrung des Sauerstoffverbrauchs gefolgt war. Beide aber fielen mit wieder eintretendem Schlaf auf die früheren Werthe zurück oder erlitten meist noch eine weitere Verminderung. Doch muss gleichzeitig hinzugefügt werden, dass diese Verknüpfung nur für die tiefe Herabsetzung der Oxydationsvorgänge in vollem Maase besteht, dass dagegen geringere Herabsetzung noch eintrat, ohne dass Schlaf des Thieres, ohne dass eine hervorragende Beeinträchtigung des Sensoriums nachweisbar war.

An diese Erscheinungen muss sich naturgemäss die Frage nach dem Zusammenhang beider mit den Beobachtungen anknüpfen. Um dieser Frage näher zu treten, bedürfen, glaube ich, die beiden Sätze einer besonderen Betonung, dass es einmal möglich ist, die Oxydationsprocesse herabzusetzen ohne eintretenden Schlaf, zweitens, dass der wachende Zustand auf die Herabsetzung der Oxydationsvorgänge hemmend wirkt.

Beschäftigen wir uns zunächst mit jenen Momenten, welchen wir einen steigenden Einfluss auf die Verbrennungsprocesse des thierischen Organismus zuschreiben müssen.

Eine Erklärung für diese Erscheinung fehlt nicht. Von der Gesammtheit der sensiblen Organe, vom Gesicht, Gehör, Auge, sowie der Haut gehen, wie schon Pflüger ausgeführt hat, dem Rückenmark und Gehirn fortwährende Erregungen zu und diese Erregungen haben, wie der Strümpell'sche [1]) Fall beweist, auf den wachen Zustand sicher einen beträchtlichen Einfluss. Mit ihrem Wegfall gelang es bei einem nur noch auf einem Auge sehenden und mit einem Ohre hörenden Menschen stundenlangen Schlaf zu erzeugen. Aber dieser Schlaf nahm nach einiger Zeit ein Ende ohne Zuführung äusserer Eindrücke, ein Hinweis auf die von Pflüger angedeutete Anschauung, dass gewisse Dissociationsprocesse auch ohne diese Erregungen eine Zeit lang im Centralnervensystem vor sich gehen können, dass aber ein wesentlicher Theil jener Umsetzungen seine Entstehung den ständigen sensiblen Erregungen verdankt.

1) Dies Archiv Bd. XV, p. 573.

Aber diese Umsetzungen beschränken sich nicht auf die percipirenden Theile allein. Das ganze Nervensystem mit Einschluss der Muskeln und wahrscheinlich aller Secretionsdrüsen bildet eine einzige continuirliche Masse, das von Pflüger sogenannte animale Zellennetz. Auf dieses gesammte Netz pflanzen sich nach ganz bestimmter Richtung die mit der Umsetzung verbundenen Vibrationen fort und bedingen so eine Verstärkung der Consumption der chemischen potentiellen Energie in allen Theilen des Nervensystems und seinen Annexen. Da aber die Bahnen des Centralnervensystems eine gesetzmässige Verknüpfung zeigen, so ruft der durch starken Lichteinfall in das Auge bedingte Reiz in den Centren und Bahnen des Oculomotorius stärkere Erregungen hervor, die mit einer Verengerung der Pupille einhergehen, gleichzeitig aber macht sich diese Erregung in einer beträchtlichen Vermehrung des Stoffwechsels des gesammten Körpers bemerklich, wie dieses von Platen[1]) in Pflügers Institut nachgewiesen hat. In gleicher Weise steigern äussere, die Haut treffende Reize die Wärmeproduktion in nicht unbeträchtlicher Weise, wie dieses von Paalzow[2]) schon gezeigt ist. Aehnliche Resultate konnte auch ich bei elektrischen Reizen, auf die Haut des menschlichen Körpers applicirt, konstatiren. Reizt man mit dem elektrischen Pinsel einen grösseren Theil der Oberfläche des menschlichen Körpers, nachdem die Temperatur bei möglichst beschränkter Wärmeabgabe konstante Werthe im Mastdarm und in den beiden Achselhöhlen zeigt, so gelingt es die Temperatur im Körperinnern um 0,5° und mehr zu steigern. Dabei zeigt die Achselhöhlentemperatur zunächst keine Veränderung, jedenfalls keinen Abfall, der daran denken liesse, dass die Erhöhung im Körperinnern durch Wärmestauung bedingt sei. Auch im übrigen kann an eine verminderte Wärmeabgabe der Haut nicht gut gedacht werden. Jedenfalls spricht die intensive Röthe derselben, das schon bei Näherung der Hand an die gepinselte Haut hervortretende Gefühl grösserer Wärmestrahlung gegen eine derartige Erklärung.

Aber dieser nach unserer Anschauung nur durch stärkere Produktion hervorgerufenen Wärmemenge sucht sich der Organismus rasch zu entledigen und wir sehen mit der Zunahme der

1) Dies Archiv Bd. XI, p. 272.
2) Dies Archiv Bd. IV, p. 492.

Achselhöhlentemperatur das Thermometer im Mastdarm auf den alten Werth zurückgehen, während eine Zunahme der Wärmeabgabe noch deutlicher in Erscheinung tritt. Das gleiche Resultat ergab uns die Application des galvanischen Stromes durch das Rückenmark. Auch hier zeigte sich eine meist rasch vorübergehende Steigerung der Mastdarmtemperatur und an diesen Abfall sich anschliessend eine beträchtliche Vermehrung der Wärmeabgabe.

Allerdings sind diese Versuche nicht mit Aufbietung aller denkbaren Hülfsmittel gemacht. Diese sind leider noch mit beträchtlichen Fehlerquellen behaftet und es wird desshalb die Aufgabe sein, auch für die menschliche Wärmeregulation schärfere Messungsmethoden zu finden, als wir sie seither besitzen. Auf Grund dieser werden sich die entsprechenden Fragen erst genauer beantworten lassen. Eine schon oben kurz skizzirte Beobachtung über die Wärmeregulation des Menschen möchte ich indessen hier anschliessen, dass die im Mastdarm mit gewöhnlichen Thermometern gemessene Temperatur keineswegs die Kerntemperatur des Menschen zu sein braucht. Ein Thermometer, das so eingerichtet war, dass die Kugel bis auf 9 cm und mehr in den Körper eingeführt werden konnte, zeigte entschiedene Differenzen bei tiefer Einführung und solcher, welche etwa dem gewöhnlichen Thermometer entsprach. Differenzen, die 0,4°, ja in einzelnen Fällen 0,7° betrugen. Aber diese Differenz war nicht bei allen Untersuchten und zu allen Zeiten konstant, sodass ich mich mit dem Schluss begnügen möchte, dass auch die in gewöhnlicher Weise gemessene Temperatur in ano nicht ohne Weiteres als das höchste Mittel der menschlichen Körperwärme bezeichnet werden kann.

Dass auch diese nur ein Mittel aus den verschiedenen Wärmequellen und der Wärmeabgabe darstellt, ist ja selbstverständlich. Aber dieses Mittel wird mit der Nähe der Oberfläche geringer werden. Und so scheint auch die Mastdarmtemperatur einen von der Wärmeabgabe noch hervorragend beeinflussten Mittelwerth darzustellen. In noch höherem Grade steht die Achselhöhlentemperatur unter dem Einfluss der Wärmeabgabe. Aber auch sie kann zeitweise höhere Werthe als der übrige Körper aufweisen, wenn reflectorisch die Wärmeproduktion der Armmuskeln in hervorragender Weise gesteigert wird. So wurde in einigen Versuchen die Temperatur beider Achselhöhlen und des Mastdarms bestimmt. Als sämmtliche Thermometer längere Zeit konstante Werthe er-

geben hatten (die Achselhöhlen zeigten auf beiden Seiten dieselbe Wärme), wurde die eine Hand des Untersuchten rasch und ohne dass der Arm in seiner Stellung verändert wurde, in Eiswasser eingesenkt. Ausserordentlich rasch stieg in diesen Versuchen jedesmal die Temperatur in der Achselhöhle der eingetauchten Hand um 0,5—0,6°. Das Thermometer der zweiten Achselhöhle zeigte in der ersten Zeit den gleichen Werth wie zuvor, stieg dann aber gleichfalls, jedoch meist um 0,1—0,2 weniger als auf der anderen Seite, während die Mastdarmtemperatur um ein Geringes (0,1—0,2) stieg oder denselben Werth behauptete. Wie erklären sich nun diese Erscheinungen? Offenbar ist zweierlei möglich. Einmal könnte die intensive Wärmeableitung von der Haut einen stärkeren Zufluss vom Körper zum Arme bedingen, der dann allerdings in einem gewissen Ueberschuss erfolgen müsse. Dann wäre aber ein anfängliches wenn auch nur momentanes Sinken der Mastdarmtemperatur zu erwarten, was sich jedoch nicht constatiren liess. Die zweite Möglichkeit liegt in der gesteigerten Wärmeproduktion der Armmuskeln.

Da wir die Veränderung der Oxydationsprocesse in den Muskeln unter der Einwirkung von der die Nerven anregenden Wärmeabgabe oder -Zufuhr kennen, so brauchen wir auf die oben erwähnte und zurückgewiesene Möglichkeit, ein stärkeres Einströmen von Wärme in den Arm, nicht zu rekurriren und es erklären sich die Resultate einfach nach dem Pflüger'schen Gesetz der Reflexbahnen. Zunächst geht der das Rückenmark treffende Reiz nur auf die nächstgelegenen Centren der gleichen Seite über, aber mit der Fortdauer der Erregung sehen wir dieselbe auch auf die andere Seite und zum Schluss vielleicht auf das ganze Centralnervensystem sich erstrecken. So sehen wir unter dem Einfluss von äusseren Reizen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe sich gegenseitig reguliren und sehen als Resultat dieser beiden Factoren die Wärmekonstanz des thierischen Organismus.

Wie gestaltet sich nun diesen äusseren Reizen und ihrer Einwirkung auf die Centralorgane gegenüber der Einfluss der Narkotika?

Die von uns benutzten und wohl sämmtliche Präparate entfalten ihre wesentliche Wirksamkeit auf die protoplasmatischen Substanzen des Nervensystems. Sind sie doch auf einen Theil der übrigen so wenig wirksam, dass sie die Reductionsprocesse

der Muskeln in keiner Weise zu alteriren vermögen, wobei übrigens immer noch die Möglichkeit gewisser anderen Wirkungen nicht ausgeschlossen werden soll. Auch auf die peripheren Nerven sind sie anscheinend von ausserordentlich geringer Wirkung, wenn nicht völlig unwirksam. Allerdings hat Eulenburg[1]) früher angegeben, dass bei subcutaner Injection von Morphium eine intensivere auf die Lähmung der Endorgane zu beziehende Einwirkung an der Stelle der Injection zu constatiren sei. Aber weder die Untersuchung aus Jolly's[2]) Institut, noch die unter meiner Leitung angestellten Experimente von Kremer[3]) konnten diese Beobachtung bestätigen. Die Herabsetzung, welche die Sensibilität unter der Einwirkung der Narkotika in so hohem Grade erfährt, die Vergrösserung der Doppelempfindung bei Anwendung des Tasterzirkels ist lediglich auf eine Herabsetzung der Function der Centren selbst zurückzuführen.

Ob nun der durch Wirkung der Narkotika bedingte Schlaf auf einen Wegfall der centralen Perception der Sensibilität beruht, wie das nach dem Fall Strümpell wenigstens zu denken wäre, oder ob hier noch weitere Momente in Betracht kommen, möge dahingestellt bleiben. Ebenso die Frage, ob die Herabsetzung der Oxydationsprocesse diesem Wegfall der sensiblen Erregungen ihre Entstehung verdankt. Jedenfalls aber gehen Herabsetzung der Sensibilität und der Oxydationsvorgänge ziemlich parallel. Sensible Reize von besonderer Stärke vermögen in gewissen Stadien der Narkose zum Bewusstsein zu gelangen und äussern damit auch eine Einwirkung auf das gesammte Centralnervensystem.

Wir entbehren ja bisher ein Präparat, das ähnlich dem Curare die gesammte Sensibilität vernichtet ohne völlige Aufhebung der übrigen Functionen. So sehen wir, wie einzelne sensible Reize die Hemmung durchbrechen, in den Centralorganen stärkere Dissociationen auslösen und sich fortpflanzen auf die entsprechenden Bahnen. So ruft der intensive Kältereiz Erwachen des Thieres und Uebergang der Reizung auf die wärmeregulatorischen Centren hervor, bis die nervösen, unter der Einwirkung der

1) Eulenburg, d. hypodermatische Inject. d. Arzneimittel. Berlin 1867.

2) Hülsmann, zur hypodermatischen Injection des Morphium. (Diss. Strassburg.)

3) Dies Archiv Bd. XXXIII, p. 271.

Narkotika stehenden Elemente die freien Kräfte wieder verbraucht haben, bis mit dem Rückgang der Umsetzungen in den Centralorganen auf die niedrigste Stufe das Thier nur einen Spielball der äusseren Temperatur darstellt, mit der die Verbrennungsprocesse steigen und fallen. Lassen wir dann unter dem Einfluss der äusseren Temperatur die Wärme mehr und mehr sinken, so tritt ein Stadium ein, in dem eine Reaction des Thieres überhaupt nicht mehr vorhanden ist. Die tiefe Temperatur, die sich auch dem Gehirn mittheilt, setzt die Stoffwechselvorgänge in diesem mehr und mehr herab und hebt damit die Möglichkeit, auf Reize zu antworten, immer mehr auf, bis bei einer Temperatur, die vielleicht für die einzelnen Thierklassen verschieden ist und auch für das einzelne Individuum wesentlich schwankt, im ganzen aber beim Meerschweinchen etwa unter 18° liegt, der Tod des Thieres eintritt. Doch dürfte dieser, den wir, wie schon Pflüger ausgeführt hat, zweifellos auf das Centralnervensystem zurückführen müssen, auch noch in wesentlicher Beziehung zu der rascheren oder langsameren Abkühlung des Organismus stehen, so dass im letzteren Fall mit der Möglichkeit einer gewissen Accommodation des Körpers weit tiefer liegende Temperaturen ertragen werden, als im ersten Fall. Diese beschriebenen Erscheinungen betreffen zweifellos nicht allein die Thiere, auch der menschliche Organismus reagirt ganz in der gleichen Weise, nur treten die Bedingungen zur Beobachtung so ausserordentlich viel seltener auf. Doch ist uns ein Zustand bekannt, welcher sich in vollstem Maasse mit unseren Beobachtungen vergleichen lässt. Wir kennen eine Reihe von Fällen, in welchen durch Abkühlung des menschlichen Körpers der Tod eintrat. Wir kennen ferner Fälle, in welchen Menschen durch Zufall ähnlicher Einwirkung der Kälte entzogen wurden und mit dem Aufhören dieses Einflusses wurde direct das Leben erhalten — und auch auf die Dauer, wenn eben die Abkühlung nicht so stark gewesen war, dass in der Folge die Organe ihre Thätigkeit wieder aufnehmen konnten. Alle diese Erscheinungen von Erfrierung haben aber die eine Eigenthümlichkeit, dass bei einem bestimmten Kältegrad, nachdem die ersten schmerzhaften Kältereize vorübergegangen waren, ein intensives Müdigkeitsgefühl, eine Neigung zum Schlaf eintrat, bedingt ohne Zweifel durch die mit abnehmender Temperatur abnehmenden Dissociationsprocesse im Gehirn. Bei vollständig normalen Menschen treten diese Erschei-

nungen natürlich verhältnissmässig selten auf, hier ist die Wärmeregulation stark genug, um der Umgebungstemperatur eine genügende Produktion gegenüber zu stellen. Als häufigere Erscheinung tritt sie dagegen im Anschluss an den reichlichen Genuss von Alkohol ein. Hier trifft der Kältereiz auf die in ihrer Thätigkeit herabgesetzten Centralorgane, die der Möglichkeit beraubt sind, die normale Thätigkeit zu entfalten; rascher als sonst überwiegt die Wärmeabgabe die Wärmeproduktion. Die Temperatur des Körpers sinkt und in verhältnissmässig kurzer Zeit tritt im Anschluss an grosse Müdigkeit tiefer Schlaf ein, der von dem Tod des Organismus gefolgt ist, falls die Temperatur des Körpers etwa 24—26⁰ erreicht hat.

Auf der anderen Seite braucht aber die Herabsetzung der Temperatur in keiner Weise mit Schlaf verknüpft zu sein. Wie uns die Beobachtungen bei unseren Untersuchungen, wie uns die menschliche Pathologie und Therapie tausendfältig lehrt, ist eine Herabsetzung der Wärmeproduktion unter das normale Maass keineswegs immer mit Schlaf verbunden. Innerhalb verhältnissmässig grossen Grenzen vermag der Organismus seine Wärmeproduktion zu reguliren, ohne dass dadurch die psychischen Functionen beeinträchtigt werden. Und auf der anderen Seite sehen wir die Wärmeregulation wenigstens für manche Thiere auch im Schlaf erhalten, wenn auch ein Sinken bei langem Schlaf gemäss den Beobachtungen an Winterschläfern in hohem Maasse wahrscheinlich ist.

Der Mensch aber ist sicher nicht mehr in der Lage seine Wärmeproduktion im Schlaf bis zu den im wachen Zustande möglichen Grenzen zu steigern. Dafür diene das schon oben citirte Beispiel von Erfrieren von Menschen im Schlaf als Beispiel. In voller Uebereinstimmung damit befindet sich das Resultat aller jener Untersuchungen, welche uns über den Gang der Temperatur des Menschen in verschiedenen Zeiten unterrichtet haben. Bekanntlich nimmt man allgemein an (vergl. Jürgensen, die Körperwärme des gesunden Menschen), dass die 24stündige Temperaturcurve in zwei Abschnitte eingetheilt werden muss, von welchen der eine die Nachttemperatur, der andere die Tagestemperatur umfasst. Die Nachtperiode wird etwa von 9 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens, die Tagesperiode von 7 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends gerechnet. Mit dem Beginne der ersteren tritt ein Abfall

der Temperatur ein, mit der letzteren ein Ansteigen. Der tiefste Stand der Temperatur wird in der Regel zwischen 12 Uhr und 4 Uhr Nachts erreicht, eine Thatsache, die in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Erfrierungstod im Schlaf eine weitere Stütze jener Anschauung ist, dass beim Menschen die Wärmeproduktion durch den Schlaf eine mehr oder weniger grosse Herabsetzung erfährt. Ist aber der Schlaf oder die Herabsetzung der geistigen Funktionen dasjenige Moment, welches die Oxydationsprocesse vermindert, so liegt es auf der anderen Seite nahe, daran zu denken, dass es in den Tagescurven die Arbeit des Organismus ist, welche die Höhe bedingt, wenn wir zunächst die Abgabe von Wärme als einen gleichbleibenden Factor betrachten wollen, als der er selbstverständlich nicht gelten kann. Mit dieser Anschauung stimmt der Verlauf der Temperaturcurve im allgemeinen überein, aber merkwürdig musste es insofern erscheinen, dass die Höhe der Temperatur für eine Anzahl der Untersuchten auf die späte Nachmittagsstunde fällt und ein Abfall auf diese schon folgt, wenn von einem Nachlass der Arbeit für eine grosse Zahl von Menschen noch keine Rede sein kann. Aber weitere Untersuchungen von Jäger[1]) zeigten, dass die Höhe der Temperatur keine konstante Zeit innehält, sondern sich im ganzen mit der grösseren Thätigkeit des Organismus verbindet. Unter diesen Verhältnissen muss bei den meisten früheren Temperaturmessungen in Rechnung gezogen werden, welche Personen und von welcher Arbeitsleistung zur Temperaturmessung herangezogen wurden. Und ebenso ist dabei zu berücksichtigen, innerhalb welcher Zeiten die Arbeitsleistung eines 24-stündigen Zeitabschnittes fällt. Auf Grund dieser Rechnung dürfte dann die Frage lauten, ob wir aus veränderten Bedingungen Veränderungen in der Temperaturcurve zu erklären im Stande sind.

Unter diese Modificationen gehört als wesentliches Moment auch die von Liebermeister[2]) aufgeworfene Frage, ob durch Umkehr der Lebensweise dadurch, dass man die Nacht zum Tage, den Tag zur Nacht macht, auch eine Umkehr des Wärmegangs zu ermöglichen ist. Krieger[3]) hat diese Frage in positivem Sinne beantworten zu müssen geglaubt.

---

1) Ueber die Körperwärme des gesunden Menschen. Archiv für klin. Med. Bd. XXIX, p. 516.

2) Liebermeister, Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers. Leipzig 1875.

3) Zeitschrift für Biologie Bd. V.

Jäger's[1]) Beobachtungen bei solchen, deren Arbeitszeit gegenüber dem gewöhnlichen Menschen verschieden war, zeigten, dass die Temperaturcurve von der Arbeitsleistung entschieden beeinflusst wird, dass sie hoch ist während der Arbeit, tief während des Schlafes.

Da die Zahl der untersuchten Individuen immerhin noch eine kleine ist, so habe ich, um diese Angaben zu prüfen, ebenfalls vier nachtarbeitende Individuen auf das Verhalten ihrer Temperatur geprüft. Diese Personen, deren intensiver Dienst von 10 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens geht, zeigten ganz dasselbe Verhalten wie die von Jäger untersuchten, tiefe Temperatur in der Ruhezeit während des Tages (36,1—36,4°), hohe Temperaturen in der Arbeitszeit während der Nacht, sodass ich die enge Verknüpfung der höheren Temperatur mit der Arbeitsleistung für entschieden richtig halten möchte.

Aber bei diesen Untersuchten sowohl als bei den meisten früheren handelt es sich im wesentlichen um körperlich arbeitende Individuen, solche bei denen die geistigen Functionen in ihrer Thätigkeit verhältnissmässig gering sind. Man könnte nun allerdings daran denken, dass es gerade die körperliche Anstrengung, die Thätigkeit der Muskeln sei, welche die Wärmeproduktion in positivem Sinne beeinflusse. Und dafür sprechen Beobachtungen, welche gerade bei körperlicher Anstrengung ein beträchtliches Steigen der Temperatur nachwiesen, so jene Mittheilung von Obernier[2]), der bei einem Schnellläufer direkt nach längerer Anstrengung eine Steigerung der Temperatur auf 39,5° nachweisen konnte, so die Messungen von Billroth und Fick[3]), von Liebermeister[4]) bei Besteigen eines Berges.

Aber wenn wir auch nicht ausser Acht lassen dürfen, dass an dieser Anstrengung das Nervensystem ebenfalls Antheil nimmt, so muss doch nach dem oben skizzirten Verhältniss zwischen dem Schlaf und den Oxydationsprocessen des Körpers die Frage nahe liegen, wie sich die geistige Arbeit ohne körperliche Anstrengung in den Temperaturcurven des Menschen geltend macht. Allerdings

---

1) Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XXIX, p. 516.

2) Obernier, der Hitzschlag. Bonn 1867.

3) Vierteljahrschrift der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. 1863, p. 427.

4) Die Pathologie u. Therapie des Fiebers.

sind Beobachtungen über kurzdauernde Temperatursteigerungen im Gefolge von geistiger Arbeit vorhanden. So gibt Davy[1]) an, dass die Eigenwärme in den Tropen nach geistigen Anstrengungen (Halten einer Vorlesung) um mehr als 2° F. ansteigt, während in England das Lesen eines die Aufmerksamkeit spannenden Werkes eine Steigerung von 0,5° F. bewirken soll. Oertliche Temperatursteigerungen am Kopf will Lombard[2]) in Folge von angestrengter geistiger Thätigkeit beobachtet haben.

Jedenfalls ist bis jetzt auf den Verlauf der Temperaturcurve bei Menschen mit vorwiegend geistiger Berufsthätigkeit nicht geachtet worden, so interessant diese Befunde auch für den Einfluss der geistigen Thätigkeit sein dürften.

Ich habe desshalb eine Reihe von Wärmemessungen während geistiger Thätigkeit gemacht. Da die angestrengte geistige Arbeit bei den Untersuchten und auch bei mir zwischen 9 und 12 Uhr Abends fällt, so war an eine Verschiebung der Curve in dieser Richtung zu denken. Und dieser Gedanke bestätigte sich entschieden. Die gefundenen Werthe schwankten zwischen 37,0 und 37,7°, überstiegen also bei ganz gesunden Individuen sogar das Tagesmaximum.

Es weist also alles darauf hin, dass die Temperaturcurve des Menschen in ihrer Höhe der körperlichen und geistigen Arbeit parallel geht. Als Gegensatz ergibt sich aus diesem Verhalten, dass die Tiefe der Temperaturcurve an die Ruhe und vor allem an den Schlaf geknüpft ist. Der normale Verlauf bestätigt diesen Schluss ja auch in vollem Maasse. Nichts ist so konstant, als das Sinken der Temperatur während der Nacht und während des Schlafes in jener Periode, in welcher die sensibeln Erregungen zum grossen Theile wegfallen oder nicht zur Perception gelangen. So treffen wir im allgemeinen die niedrigste Temperatur am Morgen.

Ganz das Gleiche lehrt uns die menschliche Pathologie. Auch hier haben wir im Durchschnitt das Maximum gegen Abend, das Minimum der Temperatur gegen Morgen, welcher Art auch die Erkrankung ist, sei es, dass eine Einwanderung von Mikroparasiten in den Körper stattgefunden hat, sei es, dass gewisse zum Theil noch unbekannte Gifte als Ursache der Erscheinungen angesprochen werden müssen.

---

1) Davy, Philosoph. Transact. 1845, p. 443.

2) Lombard, Arch. de physiol. I, p. 670.

Die Ruhe, vielleicht verbunden mit dem Wegfall des Tageslichtes, lässt mit einer Herabsetzung der das Nervensystem treffenden Reize die Temperatur ihr Minimum während der Nacht erreichen.

Aber es gibt noch eine weitere Thatsache, welche den Einfluss des Schlafes auf die Herabsetzung der Körpertemperatur in deutlichster Weise zeigt: Der rasche Temperaturabfall und die darnach eintretende rasche Genesung, die sich bei manchen Infectionskrankheiten an einen tiefen Schlaf anschliessen.

Ich will hier vor allem an die Pneumonie erinnern. Allerdings müssen gewisse Reizmomente, welche die Temperatursteigerung bedingen, verschwunden sein; aber der Entzündungsherd ist in diesen Fällen noch vorhanden. Da tritt während des Schlafes jener Abfall um mehrere Grad C. ein, an welchen sich die Genesung fast direkt anschliesst.

In gleich überraschender Weise zeigt sich der Zusammenhang und das Auftreten von beträchtlicher Temperaturherabsetzung mit Schlaf und mit Herabsetzung der geistigen Funktionen überhaupt. So sind bei psychischen Erkrankungen vielfach subnormale Temperaturen beobachtet worden, so von Löwenhart[1]), Ulrichs[2]), Westphal[3]), Mendel[4]) und in letzter Zeit von Hebold[5]). Die Beobachtungen betreffen zum Theil Blödsinn mit einer Temperatur von 32,6° C., 30,3, 31,5 etc. Temperaturen, die sich auch während eines warmen Bades von 28° R. nicht heben und deren Zurückführung auf grössere Wärmeabgabe durch vorhandene hohe Aussentemperatur der Luft etc. entschieden unwahrscheinlich war.

Ebenso beträchtliche Herabsetzungen sind aber auch nach schlafähnlichen Zuständen Geisteskranker beobachtet worden, so bei den paralytischen Anfällen der progressiven Paralyse. Westphal beobachtete mit dem Eintritt dieser ein Sinken der Temperatur und Hebold fand nach einem längeren derartigen Anfall eine Temperatur von 32,6. Und diese Herabsetzung machte wieder einem Ansteigen Platz und führte nicht etwa in stetem tieferen

1) Allgem. Zeitschrift für Psych. Bd. XXV, p. 685.
2) Allgem. Zeitschrift für Psych. Bd. XXVI, p. 761.
3) Archiv f. Psych. und Nervenkrankh. Bd. I, p. 368.
4) Mendel, die progressive Paralyse der Irren. Berlin 1880, p. 216.
5) Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. XIII, p. 685.

Sinken zum Tode, wie dieses gleichfalls von Mendel beobachtet ist.

In allen diesen Fällen wird von den Autoren eine intensivere Wärmeabgabe als unwahrscheinlich hingestellt und sie ist auch ebenso unwahrscheinlich, als die Annahme einer gesteigerten Abgabe bei den tieferen Temperaturen des gesunden Menschen, so dass wir ohne Bedenken eine hohe Temperatur mit einer hohen Wärmeproduktion, eine tiefe Körperwärme mit einer tiefen Oxydationsgrösse in Zusammenhang bringen dürfen. Wir dürfen dies um so mehr, als Finkler für das Fieber den vermehrten Sauerstoffverbrauch als Ursache der hohen Temperatur nachgewiesen hat, und aus den Untersuchungen von Scharling, Pettenkofer und Voit, sowie Liebermeister eine Herabsetzung der Kohlensäureproduktion während des Schlafes sich ergibt.

So weisen alle Beobachtungen darauf hin, dass der Tag mit seinen Geschäften, mit seinen das Nervensystem treffenden Reizen, die Wärmeproduktion des Menschen erhöht, dass der Schlaf mit dem Ruhe der geistigen Funktionen, ja eine beträchtliche Verminderung dieser allein, die Wärmeproduktion herabsetzen.

5. Therapeutische Schlussbemerkungen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen haben uns, wie in den vorhergehenden Abtheilungen besprochen ist, gezeigt, dass wir in den Narkoticis Präparate besitzen, die neben der Einwirkung auf die Psyche und die Sensibilität auch eine solche auf die Wärmeproduktion ausüben. Und zwar setzen sie diese beträchtlich herab und führen somit zu einer Temperaturabnahme des Körpers.

Dürfen wir, so muss sich alsbald die Frage anschliessen, diese Präparate zur Temperaturherabsetzung benutzen?

Wenn wir erwägen, dass die Herabsetzung der Oxydationsprocesse, welche den Temperaturabfall bedingen, zu Stande kommt durch eine Herabsetzung der Thätigkeit des Centralnervensystems, so werden wir an ihre Anwendung in jenen Fällen denken, in welchen uns

1) eine Herabsetzung der Oxydationsprocesse,

2) eine Herabsetzung der Thätigkeit des Centralnervensystems erwünscht ist.

Diese beiden Momente kommen jedoch gegenüber der grossen Zahl der fieberhaften Affectionen nur in verhältnissmässig wenig Fällen in Betracht. Wenn wir auch über die Ursachen des Fiebers eine völlige Klarheit noch nicht erlangt haben, so sprechen doch die meisten Thatsachen dafür, dass es zu Stande kommt unter dem Einfluss gewisser giftigen Substanzen, die ihren Ursprung entweder einer mikroparasitären Einwanderung in den Körper oder dem Eindringen des unorganisirten Giftes selbst verdanken. Aber es weist doch manches darauf hin, dass unter den gesteigerten Verbrennungsprocessen des Körpers organisirte Keime innerhalb des Körpers der Zerstörung anheimfallen. So werden wir denn bei allen jenen Krankheiten, welche wir auf infectiöse Ursachen zurückzuführen gezwungen sind, ein nicht zurückzuweisendes Bedenken hegen, eine Herabsetzung der reinigenden Oxydationsvorgänge durch intensive Narkotika herbeizuführen. Eine Ausnahme in dieser Beziehung machen allerdings zwei Präparate. Alkohol und Aether, deren oxydationsherabsetzende Kraft verhältnissmässig gering ist und bei welchen noch andere Factoren der Wirkung in Rechnung gezogen werden müssen.

Betreffs der übrigen Narkotika aber glauben wir, dass gegenüber organisirten und der Verbrennung zuzuweisenden Krankheitsgiften eine allgemeine Anwendung nicht indicirt ist oder höchstens in solchen Fällen, in welchen die Steigerung der Wärmeproduktion und der Körpertemperatur eine direkte Gefahr für das Leben in sich schliesst.

Aber auch hier steht uns in der Vermehrung der Wärmeabgabe durch entsprechend temperirte Bäder ein auf die Dauer vielleicht weniger schädliches Mittel zur Verfügung. Geht doch mit der Herabsetzung der Oxydationen unter dem Einfluss der Narkotika eine Herabsetzung der Thätigkeit des Centralnervensystems Hand in Hand, die vielleicht nur in seltenen Fällen erwünscht sein dürfte. Demgegenüber steigern kalte Bäder, wie Liebermeister gezeigt hat, zunächst die Oxydationsprocesse, um erst in der Folge durch intensivere Wärmeabgabe ihre Wirkung zu entfalten; demgegenüber wird unter dem Einfluss der mit der Wärmeentziehung einhergehenden sensiblen Erregung eine Einwirkung auf das Centralnervensystem hervorgerufen, deren Folgen sich in günstigster Weise geltend machen.

Aber abgesehen von jenen lang dauernden Infectionskrank-

heiten, bei welchen die gesteigerte Verbrennung vielleicht eine heilende Rolle spielt, gibt es andere fieberhafte Erkrankungen, bei welchen uns die beiden oben citirten Wirkungen der Narkotika die Herabsetzung der Oxydationsprocesse und die Herabsetzung der Thätigkeit des Centralvervensystems erwünscht sind. Unter diesen Verhältnissen dürfen wir, glaube ich, kein Bedenken tragen, sie in energischer Anwendung in Gebrauch zu ziehen. Ich will dabei nur an Tetanus und an Lyssa erinnern. Bei diesen Fällen wird die energischste Anwendung der Narkotika und vor allem der Gebrauch des intensiv wirkenden Chloralhydrat indicirt sein.

Der Nachweis, dass seine Wirkung eine dem Curare in Beziehung auf das Verhalten des Centralnervensystem zu den Muskeln so ähnliche sei, muss daran denken lassen, an Stelle des nicht ganz unbedenklichen Curare das Chloralhydrat zu setzen[1]). Allerdings würde ich dann eine subcutane Anwendung vorziehen und gleichzeitig eine Wärmeableitung dabei nicht versäumen.

Es gelingt gewiss durch Application von grösseren Mengen von Eis auf Kopf und Wirbelsäule bei gleichzeitiger Herabsetzung des Vermögens Wärme zu produciren, bedeutenden Temperaturabfall hervorzurufen. Ich selbst habe mich aber auch vor Jahren schon gelegentlich einiger Experimente überzeugen können, dass der Strychnintetanus des Frosches durch Applikation einer Kältemischung von Eis und Salz auf den Kopf und Rücken wesentlich gemildert wurde, dass die reflectorischen Zuckungen abnahmen, dass der ganze Tetanus ein milderer war. Ich habe mich ferner an Controllthieren überzeugt, dass Frösche unter dem Einfluss dieser intensiven Abkühlung, die dabei das centrale Nervensystem insbesondere betraf, länger am Leben zu erhalten waren, als andere, und diese mir damals nicht völlig erklärliche Thatsache prägte sich mir so ein, dass ich den Gedanken an eine zweckmässige Behandlung des Tetanus durch intensive Kälteeinwirkung auf das Centralnervensystem nicht mehr verloren habe. Heute wissen wir, Dank den Untersuchungen Pflüger's, dass eine Herabsetzung der Dissociationsprocesse im Centralnervensystem unter der Einwirkung tiefliegender Temperaturen in hohem Maasse erfolgt. Und wir wissen ferner durch Aubert's[2]) Untersuchungen,

1) In einzelnen Fällen hat übrigens das Chloralhydrat schon Anwendung gefunden.

2) Dies Archiv Bd. XXVI, S. 293.

dass bei einem scheintodten Thiere, bei welchem die Verbrennungsprocesse auf das grösste mögliche Minimum zurückgeführt sind, die Reflexerregbarkeit erlischt bei vollständig erhaltener Erregbarkeit der motorischen Nerven. Und diese physiologischen Beobachtungen sowie die obigen Versuche über die Herabsetzung der Wärmeproduktion in tiefer Narkose weisen mit aller Entschiedenheit darauf hin, derartige Erkrankungen durch eine Verbindung der Narkotika mit Abkühlung des Centralnervensystems zu behandeln. Allerdings wird eine derartige Therapie eine genaue Controlle der Temperatur erfordern. Nur an ihrer Hand lassen sich dann genaue Sätze formuliren. Wir haben aber in dem Gebrauch der Narkotika eine fast gleichwirkende Therapie wie diejenige mit Curare, deren ausgedehnter Anwendung sich die Gefahr der inspiratorischen Lähmung entgegenstellt, die bei unsern Untersuchungen und bei Herbeiführung tieferer Temperaturen als sie beim lebenden Menschen beobachtet sind, niemals in Frage kam.

Ob in einer Reihe anderer Erkrankungen ähnliche Gesichtspunkte wenigstens zeitweise in Frage kommen können, wage ich einstweilen noch nicht zu entscheiden. Im Ganzen gilt es ja hier, durch die Therapie der eigentlichen Ursache entgegenzutreten und diese Ursache, die Mikroparasiten, werden durch die Narkotika gewiss nicht beeinflusst. Aber innerhalb dieser Erkrankungen gibt es zweifellos Momente, in welchen eine Herabsetzung der Oxydationsprocesse und der Thätigkeit des Centralnervensystems wenigstens zeitweise erwünscht ist. Ob in diesen Fällen die Narkose in Verbindung mit intensiver Wärmeentziehung von Gewinn sein wird und keine nachfolgenden Schädlichkeiten mit sich führt, muss die Zukunft lehren.

An zum Theil unbekannte schädliche Nachwirkungen, die sich der Narkose und der Thätigkeitsherabsetzung der Centralorgane anschliessen, muss natürlich gedacht werden und dieselbe Frage bedarf mehr als bisher der Erwägung gegenüber allen innern temperaturherabsetzenden Mitteln, soweit sie eben nicht erfahrungsgemäss eine specifische Wirkung bei den einzelnen Erkrankungen haben. In letzterem Fall ein Wort gegen ihre Anwendung sagen, würde mehr als unberechtigt sein.

Anders aber steht es mit Anwendung bei Erkrankungen, denen gegenüber von einer specifischen Wirkung nicht die Rede ist, in welchen sie eben nur temperaturherabsetzend wirken.

In dieser Hinsicht scheint mir die neuere Zeit, getragen von vielfach allzugrossem therapeutischen Enthusiasmus, weiter zu gehen, als es ohne Berücksichtigung einzelner Vorfragen zweckmässig ist. Und diesen Maassnahmen gegenüber dürfte ein gewisser Rückschlag leicht eintreten [1]).

Die Vorfrage aber, die meiner Ansicht nach zu erledigen ist, lautet, ob bei dem betreffenden Mittel die Herabsetzung der Temperatur durch eine Herabsetzung der Wärmeproduction bedingt ist und ob in letzterem Falle mit der Herabsetzung der Oxydationsprocesse nicht eine Herabsetzung der Thätigkeit des Centralnervensystems verknüpft ist, deren Eintreten oder deren Folgen auf den Verlauf einer längeren Erkrankung von ungünstigem Einfluss sein könnte.

Nachschrift. Herr Privatdocent Dr. Rumpf hat vorliegende Arbeit ganz selbständig ausgeführt. Ihm fällt deshalb die ausschliessliche Verantwortung zu. Pflüger.

(Aus dem physiologischen Institut zu Christiania.)

Das Vorkommen grosser Mengen von Indoxyl- und Skatoxylschwefelsäure im Harne bei Diabetes mellitus.

Von

Assistent **Jac. G. Otto.**

Indoxylschwefelsäure (thierisches Indikan) kommt nach den Untersuchungen von Heller, Hoppe-Seyler, Jaffé, Baumann u. a. constant oder ziemlich constant in minimalen Mengen im normalen Harne vor und ist sowohl unter normalen wie unter pathologischen Verhältnissen ganz oder theilweise das Indigochromogen

---

1) Bei dem Kairin hat sich diese Erwägung schon praktisch geltend gemacht, wie ich aus einer Notiz von Rossbach ersehe, der beim Abdominaltyphus den Eindruck erhalten hat, als ob er unter dem Einfluss des Kairin schwerer und länger verlaufe. Die Nebenerscheinungen gerade bei diesem Präparat weisen allerdings sehr auf eine nicht anstrebenswerthe Betheiligung des Centralnervensystems hin.

desselben. Aus der Harnmenge von 24 Stunden können im Allgemeinen nach der verschiedenartigen Ernährung 0,005—0,020 gr Indigo gewonnen werden, während dieses Quantum bei verschiedenen krankhaften Zuständen bis zu einer täglichen Ausscheidung von 0,05—0,10 ja sogar 0,15 gr steigen kann. Besonders vermehren Verstopfung des Dünndarms und diffuser Peritonit die Indikanausscheidung, während die Krankheiten des Dickdarms keinen Einfluss darauf ausüben. Schliesslich hat man auch bei Leber- und Magencarcinom eine abnorme Indikanausscheidung beobachtet; aber dasselbe ist übrigens auch — wiewohl in minder auffallendem Grade — bei so vielen Krankheiten und oft sogar unter anscheinend normalen Verhältnissen der Fall, dass eine abnorme Zunahme des Indikangehaltes im Harne wenigstens momentan keine besondere diagnostische Bedeutung hat. Doch haben Indigobestimmungen im Harne insofern jedenfalls Interesse, als sie zur Beleuchtung gewisser pathologischer Processe dienen können, was in neuerer Zeit, nachdem das Indol als ein normales Product der Fäulniss von Eiweissstoffen nachgewiesen wurde, eine erhöhte Bedeutung bei Beurtheilung des Stoffwechsels erhalten hat. Ich will deshalb hier einen Fall von Diabetes (schwere Form vor einigen Monaten bei einem jüngeren Manne entstanden) mittheilen, in dem mehrere Tage hindurch eine ausserordentliche Vermehrung des Indikangehaltes gefunden wurde, während der Harn sowohl vorher wie nachher davon fast vollkommen frei war, und während sich gleichzeitig keine bemerkbare Veränderung im Zuckergehalte geltend machte. Die starke Indikanausscheidung steht hier zweifellos mit einer gastrischen Störung in Verbindung, da sie unmittelbar nach Verlauf einer solchen eintraf, aber hat doch besonderes Interesse, da sie sich ziemlich lange nach dem Aufhören derartiger Krankheitssymptome zeigte und noch immer inconstant auftritt.

C. E., 19 Jahre alt, bekam Anfangs September 1883 Diabetes mit starkem Durst, reichlichem Harnlassen, Mattigkeit und Abmagerung. Er wurde zuerst am 13. October 1883 von Prof. Worm Müller untersucht, und die Harnmenge betrug damals täglich 7000 ccm mit einem Zuckergehalt von 8,8 %, jedoch ohne Eiweiss und Indikan. Es wurde ihm strenge animalische Diät mit etwas Glutenbrod und ein wenig Gemüse verordnet, unter welcher Behandlung die Zuckermenge bis auf 3 % am 2. November 1883 herabgegangen war. In den letzten Tagen stellte sich dann eine

leichte Diarrhöe ein, die jedoch im Laufe von 8 Tagen mittels kleiner Opiumdosen gehoben wurde, so dass die Abführung nachher immer in Ordnung war; niemals Verstopfung. Am 10. November entdeckte ich bei Untersuchung seines Harns auf Eiweiss eine überaus grosse Indikanmenge, weshalb ich mit dem Tagesquantum vom 11.—12. November eine quantitative Indigobestimmung nach Jaffe's Methode mit folgendem Resultat vornahm:

Harnmenge 1517 ccm.

Daraus gewonnener Indigo 0,1617 gr.

Ausserdem enthielt der Harn 1,5 % Zucker, aber kein Eiweiss und gab starke Phenolreaction. Das Verhältniss der gesammten Schwefelsäuremenge zu der Aetherschwefelsäurequantität war — nach Baumanns Methode bestimmt — wie 8,83 : 1. Ich verfolgte nun den Indigogehalt des Harns bis zum 7. December mittels 2 Bestimmungen in der Woche; ausserdem wurden fortwährend das Verhältniss der gesammten Schwefelsäure zu der Aetherschwefelsäure, sowie die Zuckermenge und in einem einzelnen Falle die Phenolquantität bestimmt. Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; doch ist zu bemerken, dass sich sämmtliche Zahlen mit Ausnahme des Zuckergehaltes auf das in einem Tage gesammelte Harnquantum beziehen:

Datum.	Harnmenge in ccm.	Indigo in gr.	Phenol in gr.	Verhältniss der gesammelten zur Aetherschwefelsäure.	Zucker in %.
12./11. 83	1517	0,1617	starke Reaction	8,83 : 1	1,5
15./11. 83	1532	0,1592	0,1986	8,96 : 1	1,7
18./11. 83	1494	0,1508	starke Reaction	8,78 : 1	1,8
21./11. 83	1550	0,1396	do.	9,02 : 1	2,0
25./11. 83	1496	0,1122	do.	9,27 : 1	2,8
28./11. 83	1480	0,1003	schwächere do.	9,43 : 1	1,7
2./12. 83	1504	0,0986	do.	10,08 : 1	2,3
4./12. 83	1664	0,0824	schwache do.	10,81 : 1	1,9
7./12. 83	1460	0,0768	do.	10,56 : 1	1,8

Die Tabelle zeigt einen fortwährend abnehmenden Gehalt von indigobildender Substanz und Phenol, während durchaus keine Relation zwischen der Indigo- und Phenolmenge einerseits und dem Zuckergehalte andererseits vorzukommen scheint. Da die letzten Untersuchungen keine Abnormitäten hinsichtlich der aro-

matischen Stoffe darboten, habe ich die Sache nicht weiter verfolgt. Qualitative Reactionen haben mir jedoch später oft gezeigt, dass der untersuchte Harn auch nachher mehrmals ziemlich bedeutende Quantitäten Indikan enthalten hat, aber andererseits war er auch oft vollkommen von diesem Stoffe frei, so dass sein Auftreten sehr inconstant gewesen ist. Auffallend ist es, dass sich der abnorme Indikangehalt erst dann zeigte, nachdem die erwähnte gastrische Störung ungefähr gehoben war, und auch später zuweilen aufgetreten ist. Ich wäre deshalb — mit jeder möglichen Reservation — nicht abgeneigt anzunehmen, dass das plötzliche Auftreten von Indikan möglicherweise in erster Instanz von Störungen im Darmkanal herrühre, sei es nun mit oder ohne Abhängigkeit von der Zuckerkrankheit, und dass die nachherige inconstante, reichlichere Ausscheidung von Indikan mit dem abnormen Stoffwechsel während der Diabetes in Verbindung stehe, so dass der Organismus nachher nicht im Stande gewesen wäre, die einmal eingetretene Unordnung zu reguliren. Inwiefern die beobachteten Verhältnisse einen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit ausüben können, kann nur durch ein reichliches Material später entschieden werden.

Es könnte vielleicht vermuthet werden, dass ein grosser oder kleiner Theil des bei diesen Versuchen gefundenen Indikan in einer anderen Verbindung als Indoxylschwefelsäure enthalten war, und man musste dann zunächst an die von Schmiedeberg[1]) erwähnte hypothetische Indoxylglycuronsäure denken. Ich hatte auch meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet und fand, dass dies in einem verhältnissmässig nicht geringen Grad vielleicht der Fall zu sein schien. Der indikanhaltige Harn bildete bald ein blaues Sediment, was man der Indoxylschwefelsäure nicht zuschreiben kann; doch widersprach die bedeutende Verrückung des Verhältnisses zwischen der Gesammtschwefelsäure und der Aetherschwefelsäure dieser Annahme, denn die gefundene Schwefelsäuremenge war nach der Berechnung immer genügend, um den Indigogehalt zu decken. Aber hier können auch andere Verhältnisse — speciell andere gepaarte aromatische Schwefelsäuren — in Betracht kommen, was auch die verhältnissmässig reichliche Indigoausscheidung beim Stehenlassen anzudeuten schien. Um hier möglicherweise einen

1) Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. XIV, S. 307.

Anhaltpunkt zu bekommen, habe ich einige Versuche gemacht, indem ich vergleichende Bestimmungen des Zuckergehaltes im Harn durch Polarisation und Titrirung mit Fehling'scher Flüssigkeit [1]) vornahm und schliesslich den Versuch anstellte, ob es sich thun liesse, das indoxylschwefelsaure Kali in wesentlichen Mengen aus dem Harne zu isoliren. Bezüglich der vergleichenden Bestimmung des Zuckergehaltes könnte dieselbe möglicherweise einen Stützpunkt für die Beurtheilung insofern abgeben, als die Titrirung bei Vorhandensein grösserer Mengen von Glycuronsäureverbindungen wahrscheinlich einen höheren Werth für den Zuckergehalt im Verhältniss zu der Polarisation als gewöhnlich ergeben würde. Dies schien auch wirklich der Fall zu sein, da ich fand:

beim Titriren	bei der Polarisation
2,35 % Zucker	2,0 % Zucker
2,83 % „	2,4 % „
3,24 % „	2,8 % „
2,08 % „	1,7 % „

Beim 3. Versuch ergab eine quantitative Bestimmung von Harnsäure 0,043 %, so dass diese demnach nicht vermehrt war; und qualitative Kreatininreactionen zeigten bei allen vier Versuchen, dass dies auch nicht mit Kreatinin der Fall sein konnte. Indess können sich auch andere Stoffe geltend machen, so dass man den erhaltenen Zahlen keine absolute Bedeutung beilegen kann. Prof. Worm Müller hat mir freundlichst mitgetheilt, dass er bei einer grossen Versuchsreihe mit diabetischen Harnen — die später veröffentlicht werden soll — in der Regel ca. 0,32 % mehr Zucker durch Titriren als durch Polarisation gefunden hat. Die oben angegebenen Werthe weichen ja allerdings nicht erheblich davon ab, aber doch etwas, und diese Abweichung ist constant, so dass man darin in Verbindung mit den übrigen Verhältnissen eine Andeutung in der Richtung sehen dürfte, dass verhältnissmässig grössere Mengen Glycuronsäure vorkommen. Dies wird auch für den letzten Versuch dadurch bestätigt, dass der Harn nach längerem Kochen mit aufsteigendem Kühler 0,17 % seiner Reductionsfähigkeit für Kupferoxyd verlor. Leider wurde dieses Verhältniss in den übrigen Fällen nicht geprüft, aber wenn selbst Glycuron-

1) Ich bemerke, dass sämmtliche Zuckerbestimmungen in der vorstehenden Tabelle durch Polarisation ausgeführt sind.

säureverbindungen in vermehrter Menge wirklich vorhanden gewesen wären, so ist das doch eine Frage für sich, die der Zukunft vorbehalten bleibt, ob dieselben mit der Indigoausscheidung etwas zu thun haben.

Um der Sache näher zu kommen, könnte man möglicherweise daran denken, den Harn auszugähren und nach der Gährung versuchen, ob er noch immer Kupferoxyd reducire; aber bei der ausserordentlichen Decomponirbarkeit der Glycuronsäureverbindungen durch alle möglichen Eingriffe versprach ich mir Wenig oder Nichts von einem derartigen Versuche und unterliess ihn deshalb, und dies um so mehr, als ein solcher Versuch im Falle eines positiven Resultates doch Nichts über den Zusammenhang des Indigogehaltes mit Glycuronsäure aufgeklärt hätte.

Ich habe auch mit günstigem Resultat versucht, die Indoxylschwefelsäure als Kalisalz aus dem untersuchten Harne zu isoliren, theils um zu sehen, ob grössere Mengen indigobildender Substanz als das letztere vorhanden sei, theils weil dieser Stoff, soweit mir bekannt, früher nie im reinen Zustande aus menschlichem Harne dargestellt war, sondern nur aus Hundeharn nach Fütterung mit Indol [1]. Bei dieser Darstellung habe ich das von G. Hoppe-Seyler [2] modificirte Baumann-Brieger'sche Verfahren [3] benutzt und den Harn auf folgende Weise behandelt:

Ich sammelte ca. 10 Liter Harn, die ich in mehreren kleineren Mengen erhielt. Jede einzelne Quantität wurde gleich nach dem Empfange zu einem dünnen Sirup eingedampft und mit 95 procentigem Alkohol in einen grossen Kolben hinabgespült, worin sich nach und nach die ganze Menge auf diese Weise sammelte. Die filtrirte alkoholische Lösung wurde dann mit rectificirtem Aether versetzt, und die nach 24 stündigem Stehenlassen abgegossene, klare ätherische Lösung mit einer gesättigten alkoholischen Oxalsäurelösung gemischt, so lange Niederschlag entstand, nachdem beide Flüssigkeiten vorher durch Stehenlassen in einer Kältemischung bis auf ca. 0° abgekühlt waren, worauf der Niederschlag von oxalsaurem Harnstoff so rasch wie möglich abfiltrirt und das Filtrat mit alkoholischer Kalilauge bis zu einer schwachen alkali-

1) Baumann und Brieger, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 3. S. 254.
2) Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7, S. 423.
3) Baumann und Brieger, l. c.

schen Reaction versetzt wurde. Nach dem Abfiltriren des ausgeschiedenen Niederschlages wurde der Aether abdestillirt, der Rest bis zu einem dicken Sirup eingedampft, mit der 20fachen Menge absoluten Alkohols versetzt und dann in einem geschlossenen Kolben an einem kalten Orte 24 Stunden stehen gelassen. Der Niederschlag wurde hierauf abfiltrirt, mit Alkohol ausgekocht und die erhaltene Flüssigkeit behufs Krystallisation stehen gelassen. Das Filtrat wurde mit einem grossen Ueberschuss von Aether gefällt, rasch von den im Anfang gebildeten butterartigen Massen abgegossen und dann in die Kälte gestellt. In beiden Lösungen schieden sich dann nach einigem Stehen kleine Mengen einer in Schuppen oder Blättchen krystallisirenden Substanz aus, die sich bei näherer Untersuchung als indoxylschwefelsaures Kali erwies. Es zeigte sich also, dass ein grosser Theil des indigobildenden Stoffes im Harne Indoxylschwefelsäure war, dass aber auch andere indigogebende Stoffe in nicht unwesentlichem Grad in Betracht kamen.

Nach der Entdeckung des Skatol, C_9H_9N, und seinen Derivaten von Brieger, Nencki, Baumann und Bayer[1]) hat man einzelne Reactionen im normalen menschlichen Harne auf Skatoxylschwefelsäure, $C_9H_8NOSO_2OH$, zurückgeführt. Harn, der diese Säure enthält, soll nach Jaffé[2]) durch die Indikanprobe (ohne Chloroform) roth-rothviolett gefärbt werden. Seitdem die Skatoxylschwefelsäure von Brieger[3]) nachgewiesen und dargestellt wurde, hat diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit bedeutend gewonnen, wenn sie auch noch auf keine Weise bewiesen ist. Durch die oben genannte Reaction glaubt man ebenfalls gefunden zu haben, dass normaler menschlicher Harn mehr Skatoxyl- als Indoxylschwefelsäure enthält. Indessen hat Baumann[4]) in der neueren Zeit bei Behandlung des menschlichen Harnes zum Zwecke der Gewinnung

---

1) Eine Zusammenstellung der Literatur über Skatol findet man in Hoppe-Seyler's Lehrbuch der physiol. Chemie. Berlin 1877—81. S. 845.

2) Virchow's Arch. f. pathol. Anat. etc. Bd. 70, S. 73.

3) Bericht d. deutsch. chem. Ges. Bd. 10, S. 1031; Bd. 12, S. 1985; Bd. 13, S. 2238. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4, S. 416.

4) Bericht d. deutsch. chem. Ges. Bd. 13, S. 284.

von aromatischen Oxysäuren einen Stoff in demselben gefunden, der durch Gährenlassen mit Kloakenschlamm Skatol lieferte, und welcher mit der von E. und H. Salkowski[1]) unter den Fäulnissproducten der Eiweissstoffe nachgewiesenen Skatolkohlensäure, C_9H_8NCOOH identisch zu sein scheint. Es dürfte deshalb gegenwärtig noch eine offene Frage sein, ob das Skatolderivat im Harne unter normalen Verhältnissen Skatoxylschwefelsäure, Skatolkohlensäure oder Beide zusammen ist. Soweit mir bekannt, ist Skatoxylschwefelsäure überhaupt mit Sicherheit im Menschenharne nicht nachgewiesen und ich habe deshalb geglaubt, dass die Beobachtungen, die ich im Folgenden mittheilen werde, von einigem Interesse sein könnten. Dieser Fall bezieht sich ebenfalls auf einen Diabetiker, der die Krankheit mehrere Jahre hindurch gehabt hatte und bei welchem sie nach und nach von der leichteren zu der schweren Form übergegangen war. In seinem Harne traten plötzlich verhältnissmässig sehr bedeutende Mengen Skatolchromogen auf, die sich ziemlich lange hielten und noch immer darin vorkommen, wenn auch in bedeutend geringerem Grade als früher. Ich habe im Laufe von 2 Jahren fast wöchentlich Gelegenheit gehabt, den Harn des Betreffenden zu untersuchen, so dass ich mit Bestimmtheit behaupten zu können glaube, dass die skatolbildende Substanz nicht vor dem Zeitpunkte aufgetreten ist, an dem ich sie antraf; denn die Phänomäne waren damals so deutlich, dass ich fast augenblicklich im Reinen darüber war, was ich vor mir hatte. Der Harn gab nämlich bei der Untersuchung auf Eiweiss mit conc. Salpetersäure eine starke rothe Farbe, durch Zusatz von Chloreisen wurde sie intensiver rothviolett-purpurroth und bei Jaffé's Indikanprobe gleichfalls rothviolett. Der rothviolette Farbstoff wurde vom Alkohol aufgenommen und verbreitete beim Erhitzen mit Zinkstaub einen deutlichen fäcalartigen Geruch. Ich untersuchte daher den Harn längere Zeit hindurch, und es ist mir gelungen mit voller Sicherheit das Vorkommen bedeutender Mengen von Skatoxylschwefelsäure neben einem anderen Stoffe, wahrscheinlich Skatolkohlensäure zu constatiren; die letztere jedoch in weit geringeren Quantitäten als die Skatoxylschwefelsäure.

Die folgenden Mittheilungen über den Verlauf der Krankheit

1) Bericht d. deutsch. chem. Ges. Bd. 13, S. 189 u. 2217.

sowie das Material für die Untersuchung verdanke ich auch in diesem Falle Herrn Prof. Worm Müller.

N. N., 33 Jahre alt, datirt seine Krankheit vom December 1880 bis Januar 1881. Er wurde zum ersten Mal Ende Februar 1881 von Prof. Worm Müller untersucht. Das gelassene Tagesquantum war damals 3—$3^1/_2$ Liter, mit einem Zuckergehalt von 5 %, jedoch ohne Eiweiss. Bei ausschliesslich animalischer Diät und medicamentöser Behandlung verbesserte sich sein Zustand rasch, so dass der Zuckergehalt nach einiger Zeit bis auf 0 herabging und sich bis zum Mai 1882 trotz mässigem Genuss von Amylacea dort herum hielt. Im October war der Zuckergehalt auf 1 % gestiegen und verharrte nachher die ganze Zeit auf 1—5 %, obwohl die Brodnahrung seponirt wurde; dagegen war kein Eiweiss vorhanden. Am 26. October 1883 bekam er in Folge einer Erkältung eine heftige Diarrhöe, die jedoch im Laufe einer Woche gehoben wurde, worauf der Stuhlgang normal und das Gesammtbefinden gut war, wenn man berücksichtigt, dass der Patient in den letzten Jahren etwas an Körperkraft abgenommen hatte. Am 2. November 1883 stiess ich auf die oben beschriebenen Phänomäne, und der Harn enthielt dann gleichzeitig eine Spur von Eiweiss. Das Verhältniss der Gesammtschwefelsäure- zur Aetherschwefelsäuremenge war nach einer quantitativen Bestimmung nach Baumann's Verfahren wie 9,07 : 1 und der Harn gab eine ziemlich starke Phenolreaction, während der Zuckergehalt 4 % war. Da ich hier durch quantitative Bestimmungen wenig oder nichts machen konnte, habe ich mich derselben vollkommen enthalten und nur einen endgültigen Beweis für das Vorkommen von Skatoxylschwefelsäure zu liefern versucht, was mir auch auf folgende Weise gelungen ist.

11 Liter Harn wurden nach und nach gesammelt und jede Portion wurde gleich nach dem Empfange zur Krystallisation eingedampft, worauf sie bei gewöhnlicher Temperatur mit absolutem Alkohol stehen gelassen wurde. Nachdem die gesammelten alkoholischen Extracte abfiltrirt waren, wurde nochmals mit absolutem Alkohol extrahirt und die erhaltene Lösung mit der ersten vereinigt. Hierauf wurde die Flüssigkeit durch Abdestilliren eines Theils Alkohol concentrirt und 24 Stunden an einem kalten Orte stehen gelassen, wobei sich eine schmierige Masse ausschied. Der Niederschlag gab nur eine sehr schwache Reaction mit Eisenchlorid,

während die darüberliegende Flüssigkeit verhältnissmässig viel skatolgebenden Stoff enthielt. Die Fällung wurde deshalb mit 90 procentigem Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen, während die Lösung. auf ca. 0° abgekühlt, mit einer gleichfalls abgekühlten, gesättigten, alkoholischen Oxalsäurelösung versetzt wurde, solange ein Niederschlag entstand. Derselbe wurde sogleich abfiltrirt, und das Filtrat mit einer alkoholischen Kalilösung schwach alkalisch gemacht. Nach einigem Stehen wurde das gebildete oxalsaure Kali abfiltrirt, ungefähr die Hälfte des Alkohols von dem Filtrat abdestillirt, wobei man darauf achten muss, dass die Flüssigkeit ihre alkalische Reaction bewahrt, und der Rest wurde im Wasserbad vorsichtig concentrirt, indem man hin und wieder einige Tropfen alkoholischer Kalilösung zusetzte. Die ausgeschiedenen Salze wurden nun abfiltrirt und mit etwas absolutem Alkohol ausgewaschen. Das Filtrat wurde bis zur Sirupconsistenz eingedampft, das Residuum schliesslich in einem grossen Ueberschuss von warmem absoluten Alkohol aufgelöst, von den ungelösten Resten abfiltrirt und 24 Stunden kaltgestellt. Dabei schied sich ein krystallinischer Niederschlag aus, der eine relativ grosse Menge skatolgebender Stoffe und Salze enthielt. Nach dem Filtriren wurde derselbe in kochendem Alkohol aufgelöst, kaltgestellt, der ausgeschiedene Niederschlag wieder aufgelöst u. s. w. bis alle Salze entfernt waren und der übrig bleibende krystallinische Rest nur das reine Skatolchromogen enthielt. Auf dieselbe Weise wurde auch aus den alkoholischen Lösungen ein Theil des Stoffes gewonnen, so dass ich schliesslich eine verhältnissmässig grosse Menge, ungefähr 0,8 gr, der reinen Substanz hatte. Das Resultat einer Schwefelsäure- und zweier Stickstoffbestimmungen war:

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_8NOSO_2OK$
N	5,37 %	5,28 %
H_2SO_4	36,78 %	37,00 %.

Auch die angestellten Reactionen stimmen mit den von Brieger[1]) für Skatoxylschwefelsäure angegebenen sehr gut überein; vergl.:

Der Stoff krystallisirt in zusammenhängenden kleinen Knollen, hin und wieder von einer deutlichen, zunächst prismatischen Form unterbrochen. Erhitzt man die Krystalle in einem Reagierglase,

1) Zeitschrift f. physiol. Chem. Bd, 4, S. 416.

so entwickeln sie rothe Dämpfe und das Residuum giebt mit Chlorbaryum einen Niederschlag von Baryumsulfat. Eine wässrige Lösung des Stoffes wurde mit concentrirter Salzsäure roth gefärbt, und nach vorgenommenem Kochen wurde durch Zusatz von Chlorbaryum Baryumsulfat gefällt. Mit Chloreisen trat eine stark violette und mit concentrirter Salpetersäure eine rothe Farbe ein. Nach alledem ist es kaum zweifelhaft, dass man es hier mit Skatoxylschwefelsäure zu thun hat, und dass ihr Vorkommen im Harne jedenfalls unter den beschriebenen Verhältnissen demnach constatirt ist.

Wie Brieger[1]) habe auch ich versucht, den Skatolfarbstoff von den verschiedenen, nach der Darstellung des skatoxylschwefelsauren Kali erhaltenen Resten zu isoliren. Dasselbe wird durch Zusatz von $^1/_8$ Vol. conc. Salzsäure als ein amorpher, rother Niederschlag daraus gefällt, der nach Auswaschen mit Wasser und Aether im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet wurde. Ich habe bei ihm dieselben Eigenschaften constatiren können, die Brieger beschrieben hat, aber das ist auch Alles. Die Elementaranalysen führten zu keinem Resultat, und bei einem Versuche, den Stoff weiter zu reinigen, wurde derselbe decomponirt.

Um zu untersuchen, ob die von Baumann[2]) besprochene skatolgebende Substanz, möglicherweise mit Salkowski's[3]) Skatolcarbonsäure identisch, zugegen sein könnte, behandelte ich ungefähr 3 Liter Harn (eine grössere Quantität stand mir leider nicht zur Verfügung) auf die von Baumann (l. c.) angegebene Weise, indem der Harn nach starker Concentration und Zusatz von Essigsäure zunächst mit einer Mischung von 4 Vol. Aether und 1 Vol. absoluten Alkohols geschüttelt wurde. Nachdem der alkoholisch-ätherische Auszug mittels eines Scheidetrichters von dem Uebrigen abgeschieden war, wurde er zur Trockenheit eingedampft, in Wasser aufgelöst und nach dem Filtriren nochmals mit Aether extrahirt. Bei dem Verdunsten desselben blieben einige Tröpfchen eines braunen Oels zurück, das mit concentrirter, rauchender Salpetersäure eine Reaction wie Indol gab und nach 14 tägiger Fäulniss mit Kloakenschlamm einen deutlichen Geruch von Skatol ent-

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.

wickelte. Um für eine nähere Untersuchung genügende Mengen Skatol zu erhalten, war die Quantität zu klein, denn der verarbeitete Harn enthielt bereits sehr wenig skatolgebende Substanz und war gleich nachher eine Zeit lang ganz frei davon, so dass ich mir keine grösseren skatolhaltigen Harnquantitäten verschaffen konnte. Später hat der Harn auch hin und wieder die früher genannten Reactionen gegeben, aber immer inconstant und weniger hervortretend als früher.

Wie in dem einen Falle Skatol-, in dem anderen Indolderivate bei Diabetikern im Harne auftreten können, lässt sich wohl bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Forschung kaum auf irgend eine Weise erklären. Im ersten Falle, wo grössere Mengen Indikan ausgeschieden wurden, war die Diabetes bei einem neunzehnjährigen Individuum, das noch verhältnissmässig kräftig war, vor kurzem entstanden, im zweiten Falle, wo das Skatolchromogen auftrat, hatte die Krankheit schon 3 Jahre lang gedauert, von welchem namentlich das letzte die Kräfte des Patienten in nicht geringem Grad herabgesetzt hatte. Bei beiden hatte die Ausscheidung der oben genannten Stoffe unzweifelhaft mit gastrischen Störungen, die beinahe gleichzeitig und bei gleichen Verhältnissen auftraten, in Verbindung gestanden. Dass aber unter solchen Umständen das Indikan vorzugsweise in einem früheren Stadium der Diabetes ausgeschieden werden sollte, Skatolchromogen dagegen in einem späteren, wo Ernährungsstörungen mehr hervortretend waren, darüber liegen zur Zeit gar keine Erfahrungen vor, und übrigens hat es sich gezeigt, dass das Auftreten der genannten Stoffe im Harn bei dieser Krankheit nur ganz ausnahmsweise stattfindet, so dass sie gar nicht als pathognomisch für dieselbe betrachtet werden können. Gegenwärtig kommt man der Erklärung hierdurch nicht näher; jedenfalls aber ist es von Interesse, nachgewiesen zu haben, dass bei anscheinend denselben Verhältnissen das eine Mal Indikan, das andere Skatolchromogen in grösseren Mengen ausgeschieden wurden und hauptsächlich, dass es gelungen ist, den endgültigen Beweis für das Vorkommen der Skatoxylschwefelsäure im Menschenharne zu liefern.

Ueber automatische Bewegungen bei enthaupteten Enten.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von

Prof. **J. Tarchanoff**
in St. Petersburg.

Wenn man bei einer Ente eine vollständige Durchschneidung des Rückenmarks auf der Höhe des vierten oder fünften Halswirbels ausführt und zu gleicher Zeit die künstliche Respiration in Gang setzt, so kann man an dem Vogel folgende interessante Erscheinungen beobachten:

1. Die Füsse der Ente fangen nach der Rückenmarksdurchschneidung an eine ganze Reihe von energischen, reinen und vollkommen regelmässigen Schwimmbewegungen auszuführen und das beim Fehlen jedweden äusseren Reizes. Diese Schwimmbewegungen hören zeitweise auf, um dann wieder anzufangen und dieses periodisch sich wiederholende Spiel dauert ununterbrochen im Laufe von mehreren Stunden fort. Wenn man während der ruhigen Pause die Füsse des Vogels kneift oder dieselben in's Wasser einsenkt, so stellen sich augenblicklich die Schwimmbewegungen wieder ein. Diese Bewegungen machen es möglich, dass eine derartige Ente in's Wasser gebracht ganz wie eine normale Ente zu schwimmen beginnt.

2. Eine dergleichen Ente macht von Zeit zu Zeit bestimmte Bewegungen mit ihrem Schwanze, den sie bald rechts, bald links dreht und dadurch beim Schwimmen die Richtung verändert. Diese steuernden Bewegungen des Schwanzes treten besonders energisch gleich nach der Durchschneidung des Rückenmarks hervor. Nicht selten sieht man auch, dass diese steuernden Bewegungen in rasch abschüttelnde Bewegungen übergehen; diese letzteren sind vollkommen denjenigen Bewegungen analog, welche normale Enten mit dem Schwanze dann ausführen, wenn sie auf's Ufer hervorkommend, das Wasser von sich abschütteln. Diese Bewegungen

kann man auch dadurch hervorrufen, dass man die Schwanzfedern anrührt oder die Schwanzwurzel zusammendrückt.

3. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks in der Höhe des vierten oder fünften Halswirbels werden ausserdem regelmässige fliegende Bewegungen beobachtet, welche ebenfalls sich periodisch wiederholen und dabei so energisch sind, dass man nur mit einem gewissen Kraftaufwand die Ente auf der Stelle festhalten kann.

4. Der Hals wird nach der Durchschneidung des Rückenmarks sehr stark und bogenförmig nach hinten gebogen, dabei wird er bald rechts, bald links gedreht, ausserdem wird er auch nach vorne geneigt und bei allen diesen Bewegungen zieht der Hals auch den Kopf nach sich, dessen selbständige Bewegungen nur in sehr beschränktem Masse erhalten bleiben. Bei den Bewegungen des Halses nach vorne und nach unten wird der Kopf der Ente in's Wasser gesenkt ganz so, wie es die Enten beim Tauchen machen.

5. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks zeigen sich die Enten sehr empfänglich gegen gewisse Reize; so ruft z. B. ein leises Anklopfen an den Tisch, auf welchem die Ente sitzt, oder das Klatschen mit den Händen, oder ein lauter, durch das Blasen in die Trompete hervorgebrachte Ton nicht selten ein starkes Zusammenfahren der Flügel, der Füsse und des Steisses hervor. Auf ein dergleiches Zusammenfahren folgen dann periodische Bewegungen in den eben genannten Theilen.

6. Wenn man Enten mit durchschnittenem Rückenmark auf den Tisch setzt, so überzeugt man sich, dass dieselben nicht im Stande sind, das Gleichgewicht zu bewahren und regelmässige locomotorische Bewegungen mit den Füssen auszuführen. Jede Berührung der Füsse mit dem Tische ruft in denselben starke, fast tetanische Muskelcontractionen, welche denjenigen beim Strychnintetanus ähnlich sind, hervor.

7. Wenn man eine Ente, der das Rückenmark in der Höhe des vierten oder fünften Halswirbels durchschnitten ist, auf ein schmales Gestell reitend setzt, so dass die Füsse vollkommen frei in der Luft hängen und dann irgend eine von den Extremitäten kneift, so kann man dadurch eine Bewegung in dem entgegengesetzten Fusse hervorrufen; zu gleicher Zeit erhält man dabei eine steuernde Bewegung des Schwanzes, der stets nach der gereizten Seite hin gerichtet ist; ausserdem erscheinen bei den eben-

genannten Bedingungen fliegende Bewegungen mit den Flügeln und das Hinneigen des Halses nach der Richtung der gereizten Extremität.

8. Die eben genannten automatischen Bewegungen wiederholen sich periodischer Weise und in den verschiedenartigsten Verbindungen im Laufe von mehreren Stunden. Dabei werden dieselben immer seltener und schwächer. Bei fortwährender künstlicher Respiration gelang es mir, dergleichen Enten im Laufe von 16 bis 25 Stunden lebend zu erhalten. Die Temperatur der Enten fiel im Moment des Todes bis zu 28° C., während sie bei normalem Thiere im Anfange des Versuches 41,5°—42° C. betrug.

Indem ich mich überzeugen wollte, ob diese automatischen Bewegungen nach der vollständigen Durchschneidung des Rückenmarks bei Enten ausschliesslich von der Thätigkeit des Rückenmarks abhänge, habe ich nach vorhergegangener Trennung des letzteren in der Höhe des vierten oder fünften Halswirbels eine Ligatur en masse etwas über der Durchschneidungsstelle des Rückenmarks angelegt und gleich darauf trennte ich mit einem oder zwei Scheerenschnitten den Kopf der Ente vollständig vom Rumpfe ab.

Eine derart enthauptete Ente zeigte dieselben automatischen Bewegungen wie die Thiere, bei denen nur das Rückmark durchschnitten war. Es versteht sich von selbst, dass auch bei diesen Versuchen die künstliche Respiration fortwährend im Gange erhalten werden muss.

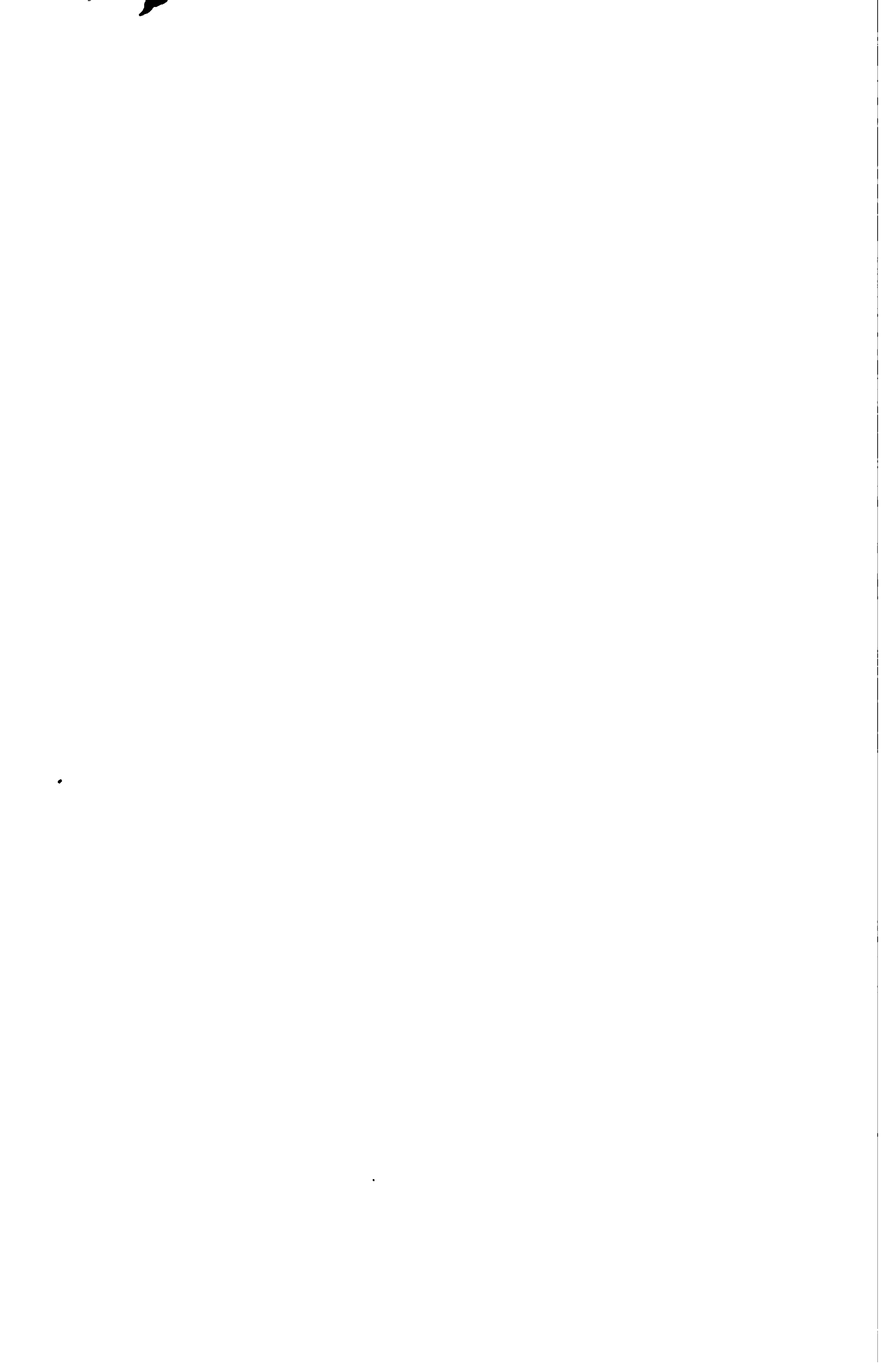
Es ist also klar, dass im Rückenmarke der Ente sowohl Koordinationsmechanismen für die Bewegungen des Schwimmens, des Fliegens und des Schwanzes, als auch die Bedingungen für ihre scheinbar automatische Wiederholung vorhanden sein müssen. Derartige enthauptete Enten sterben übrigens schon im Verlaufe von einer oder zwei Stunden nach der Abtrennung des Kopfes vom Rumpfe und der Tod tritt bei denselben nur in Folge von spinalen Circulationsstörungen ein, wie ich mich durch directe Versuche zu überzeugen Gelegenheit hatte.

9. Wenn man bei der Ente das Rückenmark gleich über der Lumbaranschwellung durchschneidet, so erscheinen in den Füssen gleich darauf regelmässige Schwimmbewegungen und in dem Schwanze werden zu gleicher Zeit steuernde Bewegungen sichtbar. In Folge dessen braucht man nur dergleichen Enten in's Wasser zu setzen, um dieselben ganz wie normale Thiere schwimmen zu

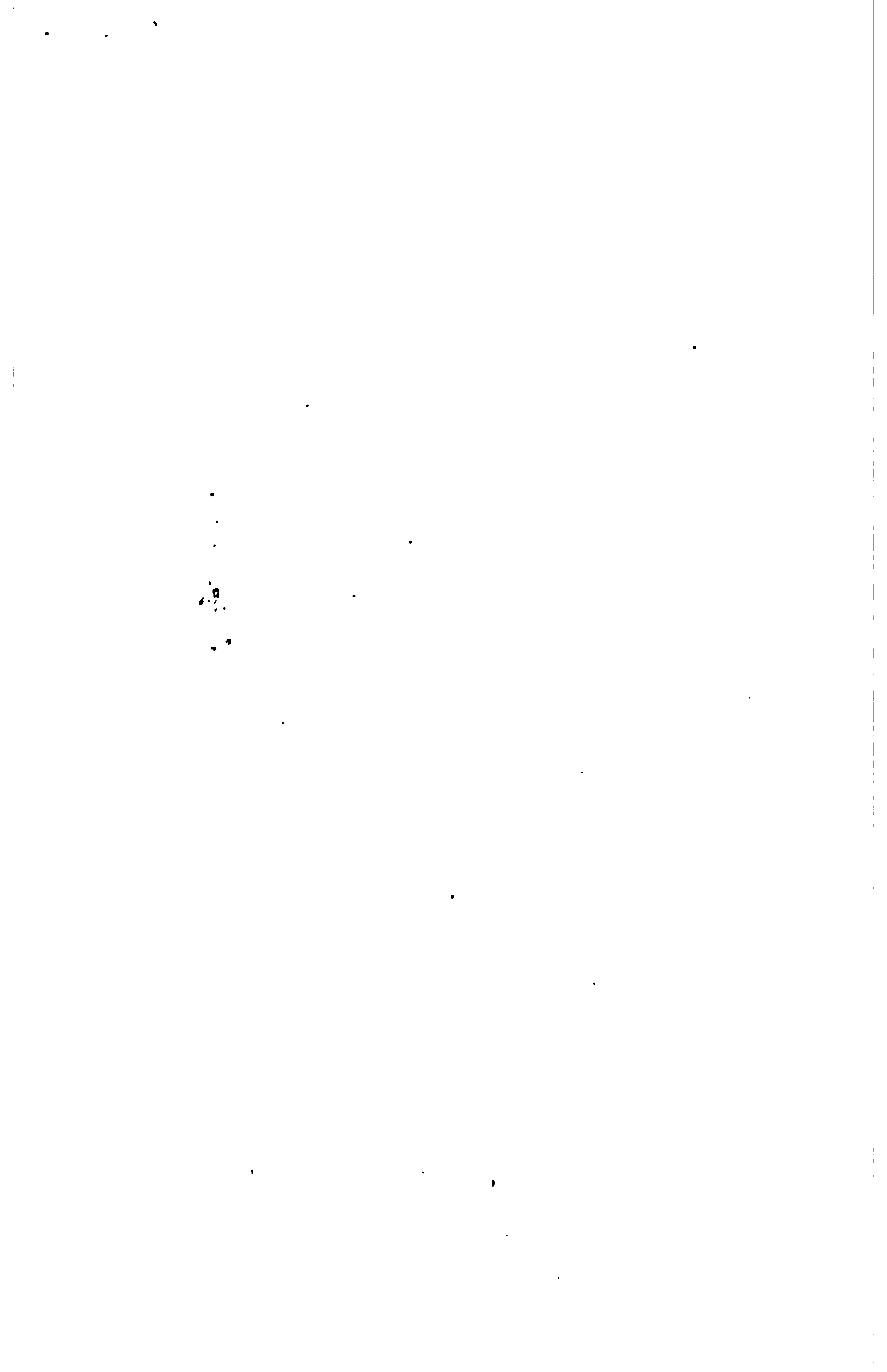
sehen. Es folgt daraus natürlicher Weise der Schluss, dass in dem Lumbartheile des Rückenmarks von Enten ein Mechanismus für die Koordination der Schwimmbewegungen sich befinden muss und dass derselbe entweder mit reflectorischer oder automatischer Thätigkeit begabt sein muss. Die automatische Function dieses Koordinationsmechanismus muss übrigens noch für problematisch erklärt werden, obgleich zu Gunsten derselben sich einige Facta, über die ich in meiner nächstens zu erscheinenden ausführlichen Arbeit berichten werde, anführen liessen.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.







[May, 1884, 20,000]

BOSTON PUBLIC LIBRARY.

One volume allowed at a time, and obtained only by card; to be kept 14 days (or seven days in the case of fiction and juvenile books published within one year,) without fine; not to be renewed; to be reclaimed by messenger after 21 days, who will collect 20 cents besides fine of 2 cents a day, including Sundays and holidays; not to be lent out of the borrower's household, and not to be transferred; to be returned at this Hall.

Borrowers finding this book mutilated or unwarrantably defaced, are expected to report it; and also any undue delay in the delivery of books.

***No claim can be established because of the failure of any notice, to or from the Library, through the mail.

The record below must not be made or altered by borrower.

